

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOLOGIA

ESTEVAN LUIZ DA SILVEIRA

ESTRUTURA POPULACIONAL, BIOLOGIA REPRODUTIVA E ALIMENTAR DE
ESPÉCIES DE *Astyanax* BAIRD & GIRARD, 1854 (TELEOSTEI: CHARACIDAE) NA
BACIA DO RIO SÃO JOÃO, CARAMBEÍ, PARANÁ

CURITIBA

2014

ESTEVAN LUIZ DA SILVEIRA

ESTRUTURA POPULACIONAL, BIOLOGIA REPRODUTIVA E ALIMENTAR DE
ESPÉCIES DE *Astyanax* BAIRD & GIRARD, 1854 (TELEOSTEI: CHARACIDAE) NA
BACIA DO RIO SÃO JOÃO, CARAMBEÍ, PARANÁ

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Zoologia da
Universidade Federal do Paraná, como
requisito para obtenção do título de Mestre
em Zoologia.

Orientador: Dr. José Marcelo Rocha
Aranha

CURITIBA

2014

"Um homem precisa saber como olhar, antes que possa esperar ver [...]".

A Dança dos Dragões, George R. R. Martin.

AGRADECIMENTOS

“Nenhum homem é uma ilha, sozinho em si mesmo [...]” (John Donne, Meditation XVII, Devotions upon Emergent Occasions, 1624). Somos todos interligados e dependemos um dos outros, embora, na maioria das vezes, não percebemos isso, ou, simplesmente, ignoramos. Como em uma espécie de “Vórtex da Perspectiva Total” (ver a “trilogia” de seis livros de O Guia do Mochileiro das Galáxias, de Douglas Adams e Eoin Colfer), no qual a minha insignificância é brutalmente esfregada na minha cara, esse espaço de agradecimentos me obriga a relembrar - não que eu não me recorde todos os dias - dos laços que construí e que me trouxeram até aqui.

Trago nos próximos parágrafos a lembrança de todas as pessoas que foram essenciais para o meu desenvolvimento pessoal e profissional, sem as quais esta dissertação ainda estaria nadando na bacia do rio São João. De antemão peço desculpas caso algum nome não seja citado. A partir do sumário, trago os resultados da dedicação de todas essas pessoas.

Agradeço primeiramente aos meus pais, Adão Aparecido da Silveira e Maria Madalena Vieira. O caráter que construí e o homem que me tornei foram extremamente influenciados por vocês. Foram construídos pela educação que vocês me deram, pelas brincadeiras e pelos bons exemplos que sempre fizeram parte da nossa convivência.

Agradeço à Camila Santana Caldeira, minha “gatinha”, que sempre esteve ao meu lado, me apoiando, incentivando, aconselhando e me aturando.

À Heloise Fernanda da Silveira, minha “maninha”, que sempre me apoiou.

À pós-Dra. Ana Maria Gealh, que me concedeu a oportunidade de estagiar no Laboratório de Zoologia da Universidade Estadual de Ponta Grossa. A amizade que construímos nesses anos é imensurável. Esta dissertação se baseia em alguns dos resultados obtidos no “Levantamento ictiofaunístico da bacia do rio São João, Carambeí, Pr”, idealizado e coordenado pela Ana, e não existiria sem a sua dedicação.

Ao Dr. José Marcelo Rocha Aranha e à Dr.^a Márcia Santos de Menezes, pela orientação, dedicação e colaboração dispensados para a construção deste trabalho.

À equipe de laboratório, composta pelas técnicas Marli Lang de Oliveira e Maria Inês Cordeiro, e pelos acadêmicos Eduardo Bomfim Alves, Mayara Campos de Souza, Mariel Elisa Zimmermann da Silveira, Felipe Renato Pedron, Kémily Bibiana de Souza, Tamara Stalschmidt, Carolina Pellissari Ribeiro, Suzan Roberta Pontes e Tiemi Aparecida de França Sakano. Foram muitos domingos trancados no M-77 triando peixes e muitos meses

analisando os materiais já sob a pressão da coleta do mês seguinte, tudo isso temperado com muitas risadas e visitas a campo.

Aos professores da UEPG, Dr.^a Ivana de Freitas Barbola, Dr.^a Maria Rosa Quintans Lopez, Dr.^a Rosimere Segecin Moro, Dr. Alberto Estefano Guilherme Kloth, Dr.^a Elizabeth Weinhardt de Oliveira Scheffer e Dr. Sandro Xavier de Campos, que, dentro de suas respectivas áreas, me auxiliaram no desenvolvimento deste trabalho. Ao professor Dr. Oscar Akio Shibatta, da Universidade Estadual de Londrina, pela identificação dos *Astyanax*. E aos professores da Universidade Federal do Paraná, Dr. Luís Fernando Fávaro, que me cedeu seu laboratório para análises em microscopia, Dr.^a Aline de Marco Viott, que me cedeu laboratório e equipamentos para emblocamento, corte, coloração e fotografia das lâminas histológicas, e ao Dr. André Martins Vaz dos Santos, que desvendou o melhor teste estatístico para ser aplicado aos dados de dieta.

Aos proprietários das áreas rurais nos municípios de Carambeí e Castro que nos facilitaram o acesso ao rio através de suas propriedades e às equipes de campo, compostas por voluntários que sempre se puseram a nossa disposição para as coletas, fizesse chuva ou sol, frio ou calor. O meu muito obrigado para: Edmilson Zander, Luis Cesar Marcondes Ribeiro, Robson Rogério Ribeiro, Marco Aurélio Silveira Neves Benetti, Frank Newton de Oliveira, Paulo Sérgio Gualdezi, Helenton Carlos da Silva, Miguel Ferreira da Silva, Dorival Pereira, Luiz Rogério Ribeiro, Wilson Carneiro, Augustinho Leajanski, Nêne Ferreira de Assis, Alberto Kaorv Fatori, Elias Beruski, Edson Luiz do Nascimento, Gilmar Sanches do Prado, Valdinei José Weibeinder, Waldemir Antenor Carneiro, Wallison Diego Domingues, Jan Gysbert Slingerland, Kleber Jan de Geus, Sérgio Stulpe, Rosney Ribeiro, Roberto Ribas, Rafael Ribeiro, Francisco Ribas, Jorge Weckerlin, Joilberto Moreira, Alessandro Reis, José Faria, Élio Scepansli, Rubens Silveira, Fábio Rodrigues, João Brandt, Paulo Dukstra, Sônia Dukstra, Fabiano Lopes, Miguel Porto, José Silva, João, Joel, Vilmar, Harry e José Ivo.

Aos funcionários da Prefeitura Municipal de Carambeí, em especial à Sônia Valdete Aparecida Lopes de Lima, Michele Engels, Paulo César Gaia, Jussara Ka e Denise Gonçalves.

À Prefeitura Municipal de Carambeí e à Associação Comercial, Industrial e Agropecuária de Carambeí (ACIAC), agradeço pelo financiamento, sem o qual o projeto seria inviável. E pela atenção e dedicação dispensadas durante todo o período de coletas e ainda mais alguns meses, agradeço em especial ao Sr. Laertes Franco de Oliveira, presidente da ACIAC.

Ao 2º Grupamento de Bombeiros de Ponta Grossa, que participou das coletas na estação 8, e ao Rotary Club Carambeí, que participou das coletas nas estações 2 e 3, muito obrigado.

Aos meus amigos de república, Fabrício Faveri e Raphael de Lima Dias. Foram 18 meses de grande parceria e boas risadas.

A todos os amigos de turma 2012, pelo companheirismo, dedicação, amizade e alegria, contagiante e incondicionais. Esses dois anos de mestrado foram muito mais agradáveis graças a companhia e amizade de vocês e lhes devo muito por isso.

Ao Willian Pereira, pela grande amizade e impressão da dissertação.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, cuja bolsa concedida permitiu que eu me dedicasse exclusivamente a este trabalho.

RESUMO

A reprodução e a alimentação constituem um dos mais importantes aspectos da bionomia das espécies de peixes e seu conhecimento em ambientes naturais é imprescindível à compreensão da biologia e ecologia desses animais. Este trabalho teve por objetivo fornecer informações acerca da estrutura populacional, biologia reprodutiva e estrutura trófica das espécies de *Astyanax* que ocorrem na bacia do rio São João, Paraná, e compreender as suas relações com as variáveis ambientais locais. As capturas foram realizadas mensalmente entre julho de 2010 e junho de 2011. Foram avaliadas a proporção sexual por classes de comprimento, as proporções entre jovens e adultos, o comprimento médio da primeira maturação gonadal, a relação peso total/comprimento padrão, o fator de condição alométrico (K) e somático (K'), a frequência espacial e temporal dos estádios de desenvolvimento gonadal, a relação gônada-somática, a fecundidade, o tipo da desova e o Índice de Atividade Reprodutiva (IAR). Na análise da estrutura trófica, os itens ingeridos pelas espécies foram agrupados em categorias quanto a sua origem e tolerância à degradação ambiental, sendo calculado o Índice Alimentar (IA_i) de cada categoria. Os valores de IA_i foram testados estatisticamente espacial e sazonalmente através dos teste de Friedman e de Mann-Whitney e a similaridade na dieta entre as espécies foi testada através do Índice de Similaridade de Morisita Simplificado. Foram capturados 712 exemplares de *Astyanax aff. fasciatus* e 293 de *A. aff. paranae*. Houve predomínio de fêmeas para ambas as espécies. A população de *A. aff. paranae* exibiu desenvolvimento gonadal de julho a dezembro com desovas de dezembro a março em um afluente do rio São João, enquanto a de *A. aff. fasciatus*, durante o seu período reprodutivo, o qual se estende de dezembro a abril, imigra para o rio Pitangui, utilizando o rio São João apenas para alimentação e abrigo, embora alguns indivíduos dessa espécie se reproduzam na cabeceira do rio São João durante esse período. Ambas as espécies exibiram desova parcelada. A principal categoria alimentar explorada pelas espécies foi Insetos Alóctones, seguida por Insetos Autóctones Intolerantes. Foram observadas diferenças sazonais na dieta das espécies, com recursos autóctones sendo consumidos principalmente nos períodos de pré-cheia e pós-cheia, enquanto recursos alóctones foram consumidos principalmente no período de cheia. A similaridade na dieta das espécies foi elevada. De maneira geral, as espécies exibiram dieta generalista, consumindo uma variada gama de recursos, tanto de origem animal quanto vegetal, e oportunista, explorando os recursos mais abundantes em cada estação amostral e em cada período.

ABSTRACT

Reproduction and feeding consist in some of the most important bionomics aspects of fish species. Its knowledge in natural environments is essential to understand the biology and ecology of these animals. This study aimed to provide information about the population structure, reproductive biology and trophic structure of *Astyanax* species occurring in the São João River Basin, Paraná State, and to understand its relationships with local environmental variables. Sampling was done monthly between July 2010 and June 2011. Sex proportion by length class was evaluated, as well as the proportions between juveniles and adults, the average length of the first maturation, the total weight/standard length ratio, the allometric (K) and somatic (K') condition factor, the spatial and temporal frequency of gonadal development, the gonad-somatic relation, fecundity, type of spawning and the Reproductive Activity Index (IAR). For the trophic structure analysis, items ingested by both species were classified according to its origin and tolerance to environmental degradation, and for each category, the Feeding Index (IAi) was calculated. The IAi values were tested for significance using the Friedman's and Mann-Whitney's tests. Diet similarity was estimated using the Simplified Morisita Similarity Index (C_H). It was obtained 712 samples from *Astyanax* aff. *fasciatus* and 293 from *A. aff. paranae*. There was a predominance of females for both species. The population of *A. aff. paranae* exhibited gonadal maturation from July to December with spawns from December to March in a tributary of the São João River, while the population of *A. aff. fasciatus*, during their spawning, which extends from December to April, migrating to the Pitanguí River, using the São João River Basin mainly for feeding and sheltering, although some individuals of this specie reproduced at the headwater of São João River during this period. Both species exhibited multiple spawns. The main feeding category items exploited by both species were allochthonous insects, followed by autochthonous intolerant insects. Seasonal differences were observed in the diet of both species with autochthonous resources being consumed mainly in periods of before and after the flooding river, while allochthonous resources were consumed mainly in the rainy season. The similarity in diet was high. In general, both species exhibited a generalist diet, consuming a wide range of resources, from both animal and plant origin, and an opportunistic diet, exploiting the most abundant resources at each sampling station and in every period of the year.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1. Bacia do rio São João. Modificado de GUIMARÃES *et al.* (2011). Legenda: A: estações amostrais; B: Hidrografia; C: Município de Carambeí; D: Município de Castro.33

Figura 1.2. Geologia da bacia do rio São João. Legenda: 1. Sedimentos quaternários; 2. Diques de rochas básicas mesozoicas (Magmatismo Serra Geral); 3. Formação Furnas; 4. Grupo Castro – predomínio de rochas vulcânicas; 5. Grupo castro – predomínio de rochas sedimentares; 6. Falhas e fraturas; 7. Curso de água. Extraído de: GUIMARÃES *et al.* (2011).34

Figura 1.3. Solos da região da bacia do rio São João. Legenda: 1. Neossolos Litólicos Húmicos (RLh); 2. Cambiossolos Húmicos Alumínicos (CHa); 3. Latossolos Vermelhos Distróficos (LVd); 4. Cambiossolos Háplicos Alumínicos (CXa); 5. Cambiossolos Háplicos Distróficos (CXbd); 6. Latossolos Brunos Distróficos (LBd); 7. Limites da bacia do rio São João. Extraído de GUIMARÃES *et al.* (2011).35

Figura 1.4. Estações amostrais no rio São João e Lajeado do Carambeí. A) Estação 1; B) Estação 2; C) Estação 3; D) Estação 4; E) e F) Estação 5; G) Estação 6; H) Estação 7; I) Estação 8; J) Estação L1; K) Estação L2.43

Figura 2.1. Bacia do rio São João. Modificado de: GUIMARÃES *et al.* (2011). Legenda: A: estações amostrais; B: Hidrografia; C: Município de Carambeí; D: Município de Castro.54

Figura 2.2. Composição das classes de comprimento padrão de machos e fêmeas de *Astyanaxaff.fasciatus* no rio São João. (* diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os sexos).56

Figura 2.3. Composição das classes de comprimento padrão de machos e fêmeas de *Astyanaxaff.fasciatus* por bimestre no rio São João. (* diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os sexos).57

Figura 2.4. Proporção sexual de *Astyanaxaff.fasciatus* por estação amostral (A) e por bimestre (B) no rio São João. (* diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os sexos).58

Figura 2.5. Proporção entre jovens e adultos de *Astyanaxaff.fasciatus* por estação amostral (A) e por bimestre (B) no rio São João. (* diferenças significativas ($p < 0,05$) entre jovens e adultos).58

Figura 2.6. Variação dos valores do fator de condição alométrico (K) e somático (K') de machos (A) e fêmeas (B) de *Astyanaxaff.fasciatus* para o rio São João.59

Figura 2.7. Aparência microscópica de testículo de *Astyanaxaff.fasciatus* do rio São João em estádio de: início de maturação (A), maturação (B), maduro (D), semi-esgotado (E), esgotado (F) e recuperação (G). Detalhe de túbulos seminíferos em anastomose e secreção acidófila

embebendo espermatozoides (C). (EG = Espermatogônia; EP = Espermatócito; ET = Espermatíde; EZ = Espermatozoide; LU = Lúmen do túbulo seminífero; LE = Lúmen esgotado; AN = Anastomose; SE = secreção acidófila). 60

Figura 2.8. Aparência microscópica de ovário de *Astyanaxaff.fasciatus* do rio São João em estágio: imaturo (A), início de maturação (B), maturação (C), maduro (D), semi-desovado (E), desovado (F) e recuperação (G). (Ov = Ovogônia; F I = Fase I; F II = Fase II; F III = Fase III; F IV = Fase IV; F V = Fase V; FPO = Folículo pós-ovulatório; F At = Folículo em atresia; TC = Tecido Conjuntivo). 62

Figura 2.9. Frequência percentual, por estação amostral, para cada estágio de maturação gonadal de machos de *Astyanaxaff.fasciatus* no rio São João. (Imat = imaturo; Ini mat = início de maturação; Matu = maturação; Mad = maduro; Semi-esg = semi-esgotado; Esg = esgotado; Rec = recuperação). 62

Figura 2.10. Frequência percentual, por estação amostral, para cada estágio de maturação gonadal de fêmeas de *Astyanaxaff.fasciatus* no rio São João. (Imat = imaturo; Ini mat = início de maturação; Matu = maturação; Mad = maduro; Semi-des = semi-desovado; Des = desovado; Rec = recuperação). 63

Figura 2.11. Frequências percentual dos estádios de maturidade gonadal de machos de *Astyanaxaff.fasciatus* por bimestre para o rio São João. (Imat = imaturo; Ini mat = início de maturação; Matu = maturação; Mad = maduro; Semi-esg = semi-esgotado; Esg = esgotado; Rec = recuperação). 63

Figura 2.12. Frequência percentual dos estádios de maturidade gonadal de fêmeas de *Astyanaxaff.fasciatus*, por bimestre, para o rio São João. (Imat = imaturo; Ini mat = início de maturação; Matu = maturação; Mad = maduro; Semi-des = semi-desovado; Des = desovado; Rec = recuperação). 64

Figura 2.13. Distribuição dos valores individuais de RGS de machos (A) e fêmeas (B) de *Astyanaxaff.fasciatus*, por mês, para o rio São João. 64

Figura 2.14. Distribuição das frequências relativas dos diâmetros dos ovócitos de oito exemplares de *Astyanaxaff.fasciatus* do rio São João. 65

Figura 2.15. Índice de Atividade Reprodutiva (IAR) de machos e fêmeas de *Astyanaxaff.fasciatus* por estação amostral (A) e por bimestre (B) no rio São João. (Nu = Nulo; In = Incipiente; Mo = Moderado; It = Intenso; MI = Muito Intenso). 66

Figura 3.1. Bacia do rio São João. Modificado de GUIMARÃES *et al.* (2011). Legenda: A: estações amostrais; B: Hidrografia; C: Município de Carambeí; D: Município de Castro. 86

Figura 3.2. Composição das classes de comprimento padrão de machos e fêmeas de *Astyanaxaff.paranae* para a o rio São João (A) e para o rio Lajeado do Carambeí (B). (* diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os sexos)..... 88

Figura 3.3. Composição das classes de comprimento padrão de machos e fêmeas de *Astyanaxaff.paranae* por bimestre para a bacia do rio São João. (* diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os sexos)..... 89

Figura 3.4. Proporção sexual de *Astyanaxaff.paranae* por estação amostral (A) e por bimestre (B) na bacia do rio São João. (* diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os sexos)..... 90

Figura 3.5. Proporção entre jovens e adultos de *Astyanaxaff.paranae* por estação amostral (A) e por bimestre (B) no rio São João. (* diferenças significativas ($p < 0,05$) entre jovens e adultos). 90

Figura 3.6. Variação dos fator de condição (K) e fator de condição somático (K') de machos (A) e fêmeas (B) de *Astyanaxaff.paranae* para o período estudado..... 91

Figura 3.7. Aparência microscópica de testículo de *Astyanaxaff.paranae* em estágio de: início de maturação (A), maturação (B), detalhe de secreção acidófila embebendo espermatozoides (C), maduro (D), semi-esgotado (E), esgotado (F) e recuperação (G). (EG = Espermatogônia; EP = Espermatócito; ET = Espermatíde; EZ = Espermatozoide; LU = Lúmen do túbulo seminífero; LE = Lúmen esgotado; AN = Anastomose; SE = secreção acidófila). 92

Figura 3.8. Aparência microscópica de ovário de *Astyanaxaff.paranae* em estágio: imaturo (A), início de maturação (B), maturação (C), maduro (D), semi-desovado (E), desovado (F) e recuperação (G). (Ov = Ovogônia; F I = Fase I; F II = Fase II; F III = Fase III; F IV = Fase IV; F V = Fase V; FPO = Folículo pós-ovulatório; F At = Folículo em atresia; TC = Tecido Conjuntivo)..... 94

Figura 3.9. Frequência percentual, por estação amostral, para cada estágio de maturação gonadal de machos de *Astyanaxaff.paranae* no rio São João. (Imat = imaturo; Ini mat = início de maturação; Matu = maturação; Mad = maduro; Semi-esg = semi-esgotado; Esg = esgotado; Rec = recuperação). 94

Figura 3.10. Frequência percentual, por estação amostral, para cada estágio de maturação gonadal de fêmeas de *Astyanaxaff.paranae* no rio São João. (Imat = imaturo; Ini mat = início de maturação; Matu = maturação; Mad = maduro; Semi-des = semi-desovado; Des = Desovado; Rec = recuperação). 95

Figura 3.11. Frequência percentual dos estádios de maturidade gonadal de machos de *Astyanaxaff.paranae*, por bimestre, para a bacia do rio São João. (Imat = imaturo; Ini mat = início de maturação; Matu = maturação; Mad = maduro; Semi-esg = semi-esgotado; Esg = esgotado; Rec = recuperação)..... 95

Figura 3.12. Frequências percentual dos estádios de maturidade gonadal de fêmeas de *Astyanaxaff.paranae* por bimestre para a bacia do rio São João. (Imat = imaturo; Ini mat = início de maturação; Matu = maturação; Mad = maduro; Semi-des = semi-desovado; Des = desovado; Rec = recuperação)..... 96

Figura 3.13. Distribuição dos valores individuais de RGS de machos (A) e fêmeas (B) de *Astyanaxaff.paranae*, por mês, para o rio São João. 96

Figura 3.14. Relação entre médias mensais de RGS e de fator de condição alométrico (K) e somático (K') para machos (A) e fêmeas (B) de *Astyanaxaff.paranae* na bacia do rio São João..... 97

Figura 3.15. Relação entre médias mensais de RGS, temperatura (°C) e pluviosidade (mm) para machos e fêmeas de *Astyanaxaff.paranae* da bacia do rio São João..... 97

Figura 3.16. Distribuição das frequências relativas dos diâmetros dos ovócitos de oito exemplares de *Astyanaxaff.paranae* na bacia do rio São João..... 98

Figura 3.17. Índice de Atividade Reprodutiva (IAR) de machos e fêmeas de *Astyanaxaff.paranae* por estação amostral (A) e por bimestre (B) para a bacia do rio São João. 98

Figura 4.1. Bacia do rio São João Modificado de GUIMARÃES *et al.* (2011). Legenda: A: estações amostrais; B: Hidrografia; C: Município de Carambeí; D: Município de Castro. 127

Figura 4.2. Valores de temperatura média (°C) e pluviometria (mm) para o município de Carambeí-Pr, por mês, para o período de estudo..... 128

Figura 4.3. Estações amostrais no rio São João e Lajeado do Carambeí. A) Estação 1; B) Estação 2; C) Estação 3; D) Estação 4; E) Estação 5; F) Estação 6; G) Estação 7; H) Estação 8; I) Estação L1; J) Estação L2..... 131

Figura 4.4. Distribuição da frequência de ocorrência percentual de *Astyanaxaff.paranae* e *A. aff.fasciatus*, por estação amostral (A) e por bimestre (B), para a bacia do rio São João. 134

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.1. Valores médios e desvios padrão das variáveis ambientais e parâmetros físicos e químicos das estações amostrais da bacia do rio São João, durante o período de julho/2010 a junho/2011.....	37
Tabela 1.2. Valores de temperatura mínima e máxima (°C) e pluviometria (mm) para o município de Carambeí-Pr, por mês, para o período de estudo.....	38
Tabela 2.1. Escala de maturidade gonadal para machos de <i>Astyanaxaff.fasciatus</i> do rio São João.....	59
Tabela 2.2. Escala de maturidade gonadal para fêmeas de <i>Astyanaxaff.fasciatus</i> do rio São João.....	61
Tabela 3.1. Escala de maturidade gonadal para machos de <i>Astyanaxaff.paranae</i> na bacia do rio São João.	91
Tabela 3.2. Escala de maturidade gonadal para fêmeas de <i>Astyanaxaff.paranae</i> na bacia do rio São João.	93
Tabela 4.1. Valores médios e desvios padrão das variáveis ambientais e parâmetros físicos e químicos das estações amostrais da bacia do rio São João, durante o período de julho/2010 a junho/2011.....	127
Tabela 4.2. Itens alimentares consumidos por <i>Astyanaxaff.paranae</i> na bacia do rio São João durante o período de estudo e seus respectivos valores de Importância Alimentar (IAi) por estação amostral, valor do Teste de Friedman (F) aplicado aos valores de IAi e valor de p.	135
Tabela 4.3. Itens alimentares consumidos por <i>Astyanaxaff.fasciatus</i> na bacia do rio São João durante o período de estudo e seus respectivos valores de Importância Alimentar (IAi) por estação amostral, valor do Teste de Friedman (F) aplicado aos valores de IAi e valor de p.	136
Tabela 4.4. Teste de Mann-Whitney (U) e Índice de Similaridade de Morisita Simplificado (C _H) aplicado aos valores de IAi comparando a alimentação entre <i>Astyanaxaff.paranae</i> e <i>A. aff.fasciatus</i> , por estação amostral.....	137
Tabela 4.5. Itens alimentares consumidos por <i>Astyanaxaff.paranae</i> no rio São João e no rio Lajeado do Carambeí e seus respectivos valores de Importância Alimentar (IAi) durante a época de Pré-cheia, Cheia e Pós-cheia, valor do Teste de Friedman (F) aplicado aos valores de IAi e valor de p.	138
Tabela 4.6. Teste de Mann-Whitney (U) e Índice de Similaridade de Morisita Simplificado (C _H) aplicado aos valores de IAi comparando a alimentação de <i>Astyanaxaff.paranae</i> entre os rios São João e Lajeado do Carambeí durante a época de Pré-cheia, Cheia e Pós-cheia.	139

Tabela 4.7. Itens alimentares consumidos por *Astyanax aff. fasciatus* no rio São João e seus respectivos valores de Importância Alimentar (IAi) durante a época de Pré-cheia, Cheia e Pós-cheia, valor do Teste de Friedman (F) aplicado aos valores de IAi e valor de p. 139

Tabela 4.8. Teste de Mann-Whitney (U) e Índice de Similaridade de Morisita Simplificado (C_H) aplicado aos valores de IAi comparando a alimentação entre *Astyanax aff. paranae* e *A. aff. fasciatus* durante a época de Pré-cheia, Cheia e Pós-cheia no rio São João. 140

LISTA DE ANEXOS

Anexo 2.1. Frequência absoluta e percentual de machos e fêmeas de <i>Astyanaxaff.fasciatus</i> por classe de comprimento padrão, com os valores de qui-quadrado, para o rio São João.....	79
Anexo 2.2. Frequência absoluta de machos e fêmeas de <i>Astyanaxaff.fasciatus</i> por classe de comprimento padrão, com os valores de qui-quadrado, em cada bimestre no rio São João.	79
Anexo 2.3. Frequências absoluta e percentual de machos e fêmeas de <i>Astyanaxaff.fasciatus</i> por estação amostral, com valores de qui-quadrado, para o rio São João.	80
Anexo 2.4. Distribuição das frequências absoluta e percentual de jovens e adultos de <i>Astyanaxaff.fasciatus</i> , com os valores de qui-quadrado, por estação amostral no rio São João.	80
Anexo 2.5. Distribuição das frequências absoluta e percentual de jovens e adultos de <i>Astyanaxaff.fasciatus</i> , com os valores de qui-quadrado, por bimestre para o rio São João.	80
Anexo 2.6. Valores médios de fator de condição (K) e fator de condição somático (K') de machos e fêmeas de <i>Astyanaxaff.fasciatus</i> para o rio São João.	81
Anexo 2.7. Distribuição das frequências absolutas e percentual dos estádio de maturação gonadal de machos de <i>Astyanaxaff.fasciatus</i> , por estação amostral, no rio São João.....	81
Anexo 2.8. Distribuição das frequências absolutas e percentual dos estádio de maturação gonadal de fêmeas de <i>Astyanaxaff.fasciatus</i> , por estação amostral, no rio São João.....	81
Anexo 2.9. Frequências absoluta e percentual dos estádios de maturidade gonadal de machos de <i>Astyanaxaff.fasciatus</i> , por bimestre, para o rio São João.	82
Anexo 2.10. Frequências absoluta e percentual dos estádios de maturidade gonadal de fêmeas de <i>Astyanaxaff.fasciatus</i> , por bimestre, para o rio São João.	82
Anexo 2.11. Comprimento padrão (cm), peso (g), RGS, fecundidade total (número de ovócitos nos ovários), ovócitos vitelogênicos e maduros (porcentagem de ovócitos com tamanho superior a 300 µm) e fecundidade absoluta (número de ovócitos maiores que 300 µm que seriam desovados) de <i>Astyanaxaff.fasciatus</i> no rio São João.....	82
Anexo 2.12. Índice de Atividade Reprodutiva (IAR) de machos e fêmeas de <i>Astyanaxaff.fasciatus</i> , por estação amostral, no rio São João. (N = número de indivíduos; Ni = número de indivíduos em reprodução na amostra).....	83

Anexo 2.13. Índice de Atividade Reprodutiva (IAR) de machos e fêmeas de <i>Astyanax aff. fasciatus</i> , por bimestre, no rio São João. (N = número de indivíduos; Ni = número de indivíduos em reprodução na amostra).....	83
Anexo 3.1. Frequência absoluta e percentual de machos e fêmeas de <i>Astyanax aff. paranae</i> por classe de comprimento padrão, com os valores de qui-quadrado, para o rio São João.....	117
Anexo 3.2. Frequência absoluta e percentual de machos e fêmeas de <i>Astyanax aff. paranae</i> por classe de comprimento padrão, com os valores de qui-quadrado, para o rio Lajeado do Carambeí.....	117
Anexo 3.3. Frequência absoluta de machos e fêmeas de <i>Astyanax aff. paranae</i> por classe de comprimento padrão, com os valores de qui-quadrado, em cada bimestre na bacia do rio São João.....	118
Anexo 3.4. Proporção sexual de <i>Astyanax aff. paranae</i> , com os valores de qui-quadrado, por estação amostral na bacia do rio São João.....	118
Anexo 3.5. Distribuição das frequências absoluta e percentual de jovens e adultos de <i>Astyanax aff. paranae</i> , com os valores de qui-quadrado, por estação amostral na bacia do rio São João.....	119
Anexo 3.6. Distribuição das frequências absoluta e percentual de jovens e adultos de <i>Astyanax aff. paranae</i> , com os valores de qui-quadrado, por bimestre para a bacia do rio São João.....	119
Anexo 3.7. Valores médios de fator de condição (K) e fator de condição somático (K') de machos e fêmeas de <i>Astyanax aff. paranae</i> para o período estudado.	119
Anexo 3.8. Distribuição das frequências absoluta e percentual de cada estágio de maturação gonadal de machos de <i>Astyanax aff. paranae</i> , por estação amostral, na bacia do rio São João.	120
Anexo 3.9. Distribuição das frequências absoluta e percentual de cada estágio de maturação gonadal de fêmeas de <i>Astyanax aff. paranae</i> , por estação amostral, na bacia do rio São João.	120
Anexo 3.10. Frequências absoluta e percentual dos estádios de maturidade gonadal de machos de <i>Astyanax aff. paranae</i> , por bimestre, para a bacia do rio São João.....	121
Anexo 3.11. Frequências absoluta e percentual dos estádios de maturidade gonadal de fêmeas de <i>Astyanax aff. paranae</i> , por bimestre, para a bacia do rio São João.	121

Anexo 3.12. Médias mensais de RGS (RGS _m) e de fator de condição alométrico (K) e somático (K') para machos e fêmeas de <i>Astyanaxaff.paranae</i>	121
Anexo 3.13. Médias mensais de RGS de machos e fêmeas de <i>Astyanaxaff.paranae</i> , de temperatura (°C) e pluviosidade (mm) para o período de estudo.	122
Anexo 3.14. Comprimento padrão (cm), peso (g), RGS, fecundidade total (número de ovócitos nos ovários), ovócitos vitelogênicos e maduros (porcentagem de ovócitos com tamanho superior a 300 µm) e fecundidade absoluta (número de ovócitos maiores que 300 µm que seriam desovados) de <i>Astyanaxaff.paranae</i> na bacia do rio São João.....	122
Anexo 3.15. Índice de Atividade Reprodutiva (IAR) de machos e fêmeas de <i>Astyanaxaff.paranae</i> , por estação amostral, para a bacia do rio São João. (N = número de indivíduos; Ni = número de indivíduos em reprodução na amostra) para a bacia do rio São João.....	122
Anexo 3.16. Índice de Atividade Reprodutiva (IAR) de machos e fêmeas de <i>Astyanaxaff.paranae</i> , por bimestre, para a bacia do rio São João. (N = número de indivíduos; Ni = número de indivíduos em reprodução na amostra) para a bacia do rio São João.....	123
Anexo 4.1. Frequências de ocorrência absoluta e percentual de <i>Astyanaxaff.paranae</i> e <i>A. aff.fasciatus</i> , por estação amostral, na bacia do rio São João.....	161
Anexo 4.2. Frequências de ocorrência absoluta e percentual de <i>Astyanaxaff. paranae</i> e <i>A. aff.fasciatus</i> , por bimestre, na bacia do rio São João.	161

SUMÁRIO

1.1. INTRODUÇÃO	27
1.2. DESCRIÇÃO DAS ESTAÇÕES DE COLETA.....	32
1.3. REFERÊNCIAS.....	43
2.1. BIOLOGIA REPRODUTIVA DE <i>Astyanax aff.fasciatus</i> CUVIER, 1819 (TELEOSTEI: CHARACIDAE) EM UM AFLUENTE DO RIO TIBAGI, PARANÁ ...	53
2.2. INTRODUÇÃO.....	53
2.3. MATERIAL E MÉTODOS	54
2.4. RESULTADOS	56
2.5. DISCUSSÃO.....	66
2.6. REFERÊNCIAS.....	73
2.7. ANEXOS.....	79
3.1. BIOLOGIA REPRODUTIVA DE <i>Astyanax aff.paranae</i> EIGENMANN, 1914 (TELEOSTEI: CHARACIDAE) EM UM AFLUENTE DO RIO TIBAGI, PARANÁ	85
3.2. INTRODUÇÃO.....	85
3.3. MATERIAL E MÉTODOS	85
3.4. RESULTADOS	88
3.5. DISCUSSÃO.....	99
3.6. REFERÊNCIAS.....	108
3.7. ANEXOS.....	117
4.1. BIOLOGIA ALIMENTAR DE ESPÉCIES DE <i>Astyanax</i> BAIRD & GIRARD, 1854 (TELEOSTEI: CHARACIDAE) EM UM AFLUENTE DO RIO TIBAGI, PARANÁ .	125
4.2. INTRODUÇÃO.....	125
4.3. MATERIAL E MÉTODOS	127
4.4. RESULTADOS	133
4.5. DISCUSSÃO.....	140
4.6. REFERÊNCIAS.....	150
4.7. ANEXOS.....	161
5.1. CONCLUSÕES GERAIS	163

1.1. INTRODUÇÃO

Astyanax foi proposto inicialmente por Baird & Girard em 1854, porém esses autores forneceram um fraco diagnóstico para o gênero (PAVANELLI & OLIVEIRA, 2009). A primeira revisão mais completa foi elaborada por Eigenmann, entre 1921 e 1927, validando 74 espécies e subespécies. Posteriormente, Gèry, em 1977, publicou uma extensa compilação de dados listando 62 espécies e subespécies em águas doces brasileiras (BUCKUP, 1999). A revisão realizada por Lima *et al.* (2003), cita 86 espécies categorizadas como *Incertae sedis*. Atualmente, Froese & Pauly (2013) listam 137 espécies válidas, porém, a maior parte dessas espécies foi descrita com base em dados morfológicos, sem relatos de estudos ecológicos, fisiológicos, reprodutivos e genéticos (PISTUNE, 2010), e é provável que o gênero não constitua uma entidade monofilética (MARINHO & LIMA, 2009).

Os *Astyanax* apresentam tamanho corporal reduzido, tendo como caracteres principais: nadadeira adiposa geralmente presente; linha lateral completa, pouco curva na frente; pré-maxilar não protrátil; dentes pré-maxilares dispostos em duas séries, com a série interna portando cinco dentes e a externa com número variável; dentes com cúspides; altura do corpo com cerca de três vezes ou menos o comprimento padrão, escamas de tamanho normal; e nadadeira caudal nua, coberta com escamas apenas na base dos raios (BRITSKI; SATO; ROSA, 1988).

Os animais desse gênero, popularmente conhecidos como lambaris no Brasil meridional, piabas no nordeste, e matupiris na Amazônia, formam um dos gêneros dominantes na América do Sul (MOREIRA-FILHO & BERTOLLO, 1991). Sua distribuição é ampla, estendendo-se desde o México até a Argentina (LIMA *et al.*, 2003; MARINHO & LIMA, 2009). São coletores de meia-água de itens arrastados pela corrente (ABILHOA; DUBOC; AZEVEDO-FILHO, 2008; CASATTI, 2002). O gênero contempla espécies migradoras de curtas distâncias (GURGEL, 2004) e espécies não-migradoras, todas com fecundação externa e sem cuidado parental (VAZZOLER & MENEZES, 1992). Embora tenham baixo valor comercial, esses animais têm grande importância forrageira para várias espécies predadoras (ESTEVES, 1996; GEALH & HAHN, 1998; GURGEL, 2004). Além disso, eles podem ser importantes na manutenção da integridade da vegetação ripária, sendo considerados potenciais dispersores de sementes (VILELLA; BECKER; HARTZ, 2002).

Astyanax aff. fasciatus Cuvier, 1819, é encontrado na maioria das bacias de água doce do México à Argentina (GODOY, 1992; LIMA *et al.*, 2003). A espécie habita

preferencialmente as calhas de rios e riachos, mas também pode ser encontrado em águas lênticas (ARTONI & SHIBATTA, 1996).

Sua descrição original foi baseada em um espécime (MNHN A.8653) coletado na drenagem do rio São Francisco, depositado no Muséum National d'Histoire Naturelle de Delalande, na França (MELO & BUCKUP, 2006). Entretanto, os atributos diagnósticos propostos por Eigenmann (1921) são muito generalistas, sendo provável que muitas espécies possam ser chamadas de *A. fasciatus* (MELO, 2001). Evidências cromossômicas (CENTOFANTE *et al.*, 2003; ARTONI *et al.*, 2006; FERREIRA-NETO *et al.*, 2012) e morfológicas (GARUTTI & BRITSKI, 2000; MELO, 2001) indicam que *A. fasciatus* constitui um complexo de espécies, no caso, o “complexo *fasciatus*”, conforme proposto por Justi (1993, *apud* CENTOFANTE *et al.*, 2003). Dessa forma, o nome *Astyanax fasciatus* deve ser aplicado unicamente para espécimes da drenagem do rio São Francisco; espécimes do rio Paraná, Brasil oriental e América Central, usualmente identificadas como *A. fasciatus*, representam um complexo de espécies similares (MELO, 2005).

Astyanax aff. *paranae* Eigenmann (1914) ocorre no sudeste da América do Sul (LIMA *et al.*, 2003). É uma espécie considerada muito comum na bacia do alto rio Paraná, formando numerosas populações isoladas entre si em cabeceiras e riachos de pequeno porte (ARTONI & SHIBATTA, 1996; GARUTTI & BRITSKI, 2000; VILELLA; BECKER; HARTZ, 2002).

A descrição inicial dessa espécie foi baseada em exemplares-tipo provenientes de uma das cabeceiras do rio Tibagi, no município de Castro-Pr, os quais foram originalmente depositados nas coleções de Indiana University, mas atualmente encontram-se nas coleções da California Academy of Sciences [holótipo: CAS 22555 (IU 11631), parátipos: CAS 22556 (IU 11632)] (GARUTTI & BRITSKI, 2000).

Até recentemente esta espécie era classificada como *Astyanax scabripinnis paranae*, em um grupo não monofilético denominado “complexo *scabripinnis*” (MOREIRA-FILHO & BERTOLLO, 1991). Atualmente, *A. paranae* foi elevado ao nível de espécie e é uma das quinze espécies pertencentes ao “complexo *scabripinnis*” (BERTACO & LUCENA, 2006). Vicari *et al.* (2008), comparando a citogenética entre espécies desse complexo, concluíram que o nome *A. paranae* deve ser aplicado unicamente a aqueles animais que possuem $2n = 50$ cromossomos, com forma cariotípica “A” e que pertençam a mesma localidade da espécie tipo, na região do município de Castro (bacia do rio Tibagi).

A reprodução é um dos aspectos mais importantes no ciclo de vida de uma espécie e a manutenção de populações viáveis depende do seu sucesso (SUZUKI & AGOSTINHO, 1997;

BRAGA, 2001). O sucesso reprodutivo obtido por qualquer espécie é determinado, em última instância, pela capacidade dos indivíduos dessa espécie em se reproduzirem e manterem populações viáveis a cada geração (VAZZOLER, 1996). Para tanto, essas espécies devem exibir um conjunto de características que lhes permitam atingir o sucesso reprodutivo frente às diversas variações ambientais que as rodeiam. Tal conjunto é conhecido por estratégia reprodutiva, e cada uma das características que compõem esse conjunto é denominada tática reprodutiva (WOOTTON, 1984).

Podemos incluir entre as táticas reprodutivas: a mobilização de recursos energéticos para a reprodução; processos hormonais influenciados ou não por fatores ambientais (fotoperíodo, temperatura, pluviosidade); tipo de fecundação (externa ou interna) e de desenvolvimento da prole (externo ou interno); presença ou ausência de caracteres sexuais secundários, de acasalamento e de cuidado parental; comprimento e idade da primeira maturação gonadal; proporção sexual ao longo do ano e das diferentes fases de desenvolvimento; número de períodos reprodutivos ao longo do tempo de vida da espécie; área (s) de desova; época (s) de desova; tipo do desenvolvimento ovacitário; tipo da desova; fecundidade; tempo de incubação e período de eclosão dos ovos (VAZZOLER, 1996).

O indivíduo pode moldar algumas de suas táticas reprodutivas, de acordo com suas predisposições genéticas, em resposta às variáveis ambientais, fisiológicas, comportamentais e ecológicas (WOOTTON, 1984; LOWE-McCONNELL, 1999; SILVA *et al.*, 2010) do meio que habita para que sua estratégia seja bem sucedida, garantindo o sucesso da prole e a manutenção da espécie.

Dentre as táticas reprodutivas moldáveis de *Astyanax* citadas na literatura, podemos destacar o comprimento da primeira maturação e o comprimento no qual todos os indivíduos estão aptos a reprodução, as proporções entre machos e fêmeas, o período de mobilização de recursos energéticos para a reprodução, a época reprodutiva, a fecundidade e o tipo e a época da desova (NOMURA, 1975b; BARBIERI; SANTOS; SANTOS, 1982; VAZZOLER & MENEZES, 1992; JAMMET; PEÑA; BOGANTES, 1997; VEREGUE & ORSI, 2003; GURGEL, 2004; FERREIRA, 2007; ABELHA & GOULART, 2008; CARVALHO *et al.*, 2009; MORAES; CORNÉLIO; BARBOLA, 2010; SILVA *et al.*, 2010)

Assim como a biologia reprodutiva, a alimentação também compõe um dos mais importantes aspectos da bionomia das espécies, interferindo diretamente na estrutura e composição das populações (BARRETO & ARANHA, 2006). O conhecimento sobre a alimentação de peixes em seu meio natural é imprescindível à compreensão de sua biologia e

ecologia. Através desses estudos pode-se explicar o comportamento de procura e captura de alimento, hábito alimentar, alguns aspectos reprodutivos, migrações e variações de crescimento, compreender a partilha de recursos e interações competitivas, além de se obter informações importantes sobre a qualidade do habitat (ANDRIAN; SILVA; PERETTI, 1994; LOLIS & ANDRIAN, 1996; ZAVALA-CAMIN, 1996).

A atividade alimentar pode variar conforme a disponibilidade de alimento e a necessidade alimentar da espécie (ZAVALA-CAMIN, 1996; ESTEVES & ARANHA, 1999). Ela ainda é influenciada por variações espaciais, sazonais e ontogenéticas (LOLIS & ANDRIAN, 1996; ZAVALA-CAMIN, 1996; HAHN *et al.*, 1998; ABELHA; AGOSTINHO; GOULART, 2001; GERKING, 1994), além de sofrer alterações frente a impactos ambientais que alterem a qualidade do habitat e a sobrevivência de itens presas, representando assim uma integração da preferência alimentar com a disponibilidade do alimento e sua acessibilidade (ANGERMEIER & KARR, 1983).

Mudanças sazonais na disponibilidade de alimento podem ser causadas por mudanças na disponibilidade de habitats para forrageio, mudanças devido a padrões de história de vida dos organismos alimento e mudanças causadas pela atividade de alimentação dos peixes (WOOTTON, 1990), enquanto alterações ontogenéticas estão condicionadas pelo desenvolvimento das estruturas morfológicas da espécie, tal como dentição, trato intestinal, tamanho da boca e melhora na locomoção, principalmente durante a fase de transição entre juvenil e adultos (ZAVALA-CAMIN, 1996; WOOTTON, 1999; MAZZONI; NERY; IGLESIAS-RIOS, 2010).

Impactos ambientais podem alterar a composição das comunidades de algas (WU & SUEN, 1985; CASÉ *et al.*, 2008) e macroinvertebrados aquáticos (CARLISLE *et al.*, 2007; NALIM *et al.*, 2008) diminuindo a diversidade e a abundância desses organismos no ambiente e, conseqüentemente, a sua disponibilidade como recursos alimentares para a ictiofauna. Nos últimos anos, algas e macroinvertebrados se tornaram referência na avaliação de danos ambientais constituindo potenciais bioindicadores (METCALFE, 1989; MORO & FÜRSTENBERGER, 1997; JUNQUEIRA & CAMPOS, 1998; CALLISTO; MORETTI; GOULART, 2001; COTA *et al.*, 2002; MOTEIRO; OLIVEIRA; GODOY, 2008; KOMULAYNEN & CHEKRYZHEVA, 2013), uma vez que alterações nas composições dessas comunidades indicam um avançado estágio de degradação ambiental e de poluição dos corpos d'água (NORRIS & THOMS, 1999). A bioindicação emprega um organismo ou uma associação de organismos que possuem requerimentos específicos para um conjunto de

variáveis físicas e químicas, onde a presença ou ausência desses animais, sua abundância, morfologia, fisiologia ou comportamento podem indicar se as condições atuais daquele dado ambiente se encontram fora do limite de tolerância daquele organismo ou associação (McGEOCH, 1997; MONTEIRO; OLIVEIRA; GODOY, 2008). Análises de respostas biológicas são mais vantajosas para demonstrar a degradação ambiental do que análises de medidas físicas e químicas da água, pois medidas abióticas registram apenas o momento da coleta da água, enquanto a análise dos organismos engloba um lapso de tempo maior, relacionado ao desenvolvimento daquela comunidade naquele ambiente, permitindo um monitoramento temporal mais eficiente (METCALFE, 1989).

As estratégias alimentares empregadas pelos peixes utilizam termos como generalista, especialista e oportunista. Conforme Gerking (1994), generalistas consomem uma miríade de itens, não apresentando preferência por um alimento em particular, exibindo, assim, alta flexibilidade trófica; especialistas tem dieta limitada a um pequeno número de espécies-presa; enquanto oportunistas não apresentam especializações a nenhum item em particular, sendo capazes de aproveitar qualquer alimento que se torne momentaneamente disponível no ambiente.

Em corpos d'águas tropicais, embora existam peixes especializados em determinados tipos de alimento, a maioria das espécies apresenta considerável plasticidade em suas dietas (LOWE-McCONNELL, 1999). Isso é constantemente observado para *Astyanax*, que apresenta alta flexibilidade trófica, dieta onívora, com tendência tanto a herbivoria quanto a insetivoria (ZARET & RAND, 1971; NOMURA, 1975a; ESTEVES, 1996; BENNEMANN *et al.*, 2005), sendo frequentemente classificado como generalista e oportunista (ESTEVES, 1996; FERREIRA, 2008). Tal comportamento pode estar relacionado à boca em posição terminal, ao corpo alto e comprimido e aos grandes olhos, os quais permitem que o hábito alimentar seja orientado pela capacidade visual (PERETTI & ANDRIAN, 2008; MAZZONI *et al.*, 2010). Aliado ao incremento no comprimento intestinal durante sua ontogenia, lhes permite digerir tanto itens animais quanto vegetais (CRIPPA; HAHN; FUGI, 2009; WOLFF *et al.*, 2009), favorecendo o hábito alimentar generalista e flexível (MAZZONI *et al.*, 2010). Além disso, o comportamento do gênero em habitar a meia-água, deslocando-se desde a superfície até o fundo para a captura de alimentos e aproveitando itens arrastados pela corrente (UIEDA, 1983; CASATTI, 2002; ABILHOA; DUBOC; AZEVEDO-FILHO, 2008; FERREIRA 2008) lhes permite explorar as fontes de recursos mais abundantes nos diferentes ambientes existentes na coluna d'água, favorecendo o seu oportunismo trófico.

Nesse contexto, a análise da dieta de *Astyanax* pode constituir uma boa ferramenta para a avaliação da qualidade do hábitat, pois, devido a sua resistência a degradação ambiental (MENNI; GÓMEZ; ARMENGOL, 1996; ARAÚJO, 1998) eles se mantêm em comunidades ícticas impactadas por ações antropogênicas por mais tempo quando comparados a outras espécies de peixes mais sensíveis, e o seu hábito alimentar generalista e oportunista (NOMURA, 1975; ESTEVES, 1996; BENNEMANN *et al.*, 2005; FERREIRA, 2008) lhes permite explorar os recursos mais abundantes no ambiente (UIEDA, 1983; CASATTI, 2002; ABILHOA; DUBOC; AZEVEDO-FILHO, 2008), podendo, dessa forma, expressar a abundância de grupos de algas e macroinvertebrados tidos como bioindicadores, além de fornecerem informações sobre mudanças no comportamento da ictiofauna frente a essas alterações.

Este trabalho teve por objetivos fornecer informações sobre a estrutura populacional, a biologia reprodutiva e a estrutura trófica das espécies de *Astyanax* que ocupam a bacia do rio São João, em Carambeí, Paraná, e compreender as suas relações com as variáveis ambientais locais. Temos como hipótese que tanto a época reprodutiva quanto a dieta de ambas as espécies de *Astyanax* serão influenciadas pelas variações ambientais relacionadas a pluviosidade e alterações da qualidade do ambiente.

1.2. DESCRIÇÃO DAS ESTAÇÕES DE COLETA

A bacia do rio São João está localizada à margem direita do rio Pitangui, o qual é afluente da margem direita do rio Tibagi. Localizada na região dos Campos Gerais (MELO; MORO; GUIMARÃES, 2007), ocupa uma área com cerca de 145 Km², estendendo-se entre os municípios de Castro e Carambeí (FIGURA 1.1). Sua nascente está localizada no município de Castro, na localidade do Tronco, a uma altitude de 1.205 metros, enquanto a foz, junto ao rio Pitangui, no município de Carambeí, está a 812 metros. O rio São João possui cerca de 35 Km de extensão, enquanto o rio Lajeado do Carambeí, seu afluente da margem esquerda, se estende por cerca de 8 Km.

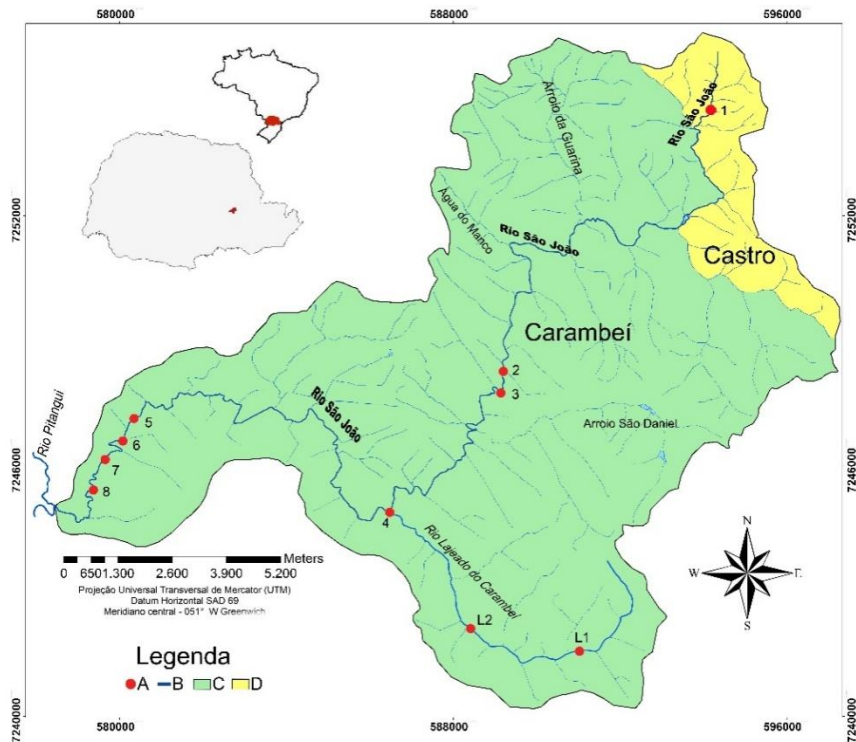


Figura 1.1. Bacia do rio São João. Modificado de GUIMARÃES *et al.* (2011). Legenda: A: estações amostrais; B: Hidrografia; C: Município de Carambeí; D: Município de Castro.

A bacia ocupa três domínios geomorfológicos distintos: o Primeiro Planalto Paranaense, a Escarpa Devoniana e o Segundo Planalto Paranaense. Assim como outros rios do estado do Paraná, como o Pitanguí, Iguaçu, Ivaí, Tibagi, das Cinzas e Paranapanema, entre outros, o rio São João é um rio antigo cujo traçado geral, de leste para o interior do estado, antecede o relevo atual (MELO; GUIMARÃES; SANTANA, 2010; GUIMARÃES *et al.*, 2011). No seu percurso do Primeiro Planalto (nascente) para o Segundo Planalto Paranaense (fz), o rio transpõe os degraus topográficos da Escarpa Devoniana correndo encaixado através de cânions.

A rede hidrográfica formada pelo rio São João e seus afluentes apresenta padrão de drenagem ora dendrítico/arborescente (com forma semelhante aos galhos de uma árvore), ora retangular (GOMES & PINTO, 2011; GUIMARÃES *et al.*, 2011). O padrão dendrítico é observado especialmente nos canais de primeira e segunda ordem que compõem a bacia, a qual, segundo Gomes & Pinto (2011), possui seis ordens de hierarquia fluvial, sendo a sexta a calha principal do rio São João. Já o padrão retangular é observado principalmente no curso médio do rio São João, sob um marcante controle estrutural geológico, proporcionando o surgimento de cânions em canais paralelos e retangulares decorrentes da influência direta do sistema de falhas e fraturas sobre as rochas do Grupo Castro e Formação Furnas, principalmente no sentido de noroeste para sudeste, resultantes dos esforços que levaram à

separação do continente sul-americano em relação ao continente africano ao final do Mesozoico (GUIMARÃES *et al.*, 2011).

Os principais afluentes do rio São João, à direita, são o Arroio da Guarina e Água do Manco, e, à esquerda, o Arroio São Daniel e o rio Lajeado do Carambei.

Os principais usos da bacia são a agricultura, avicultura, suinocultura, bovinocultura, ovinocultura, reflorestamentos de *Pinus* sp. e *Eucalyptus* sp., extração de argila, além de zoneamento urbano e industrial. Portanto, um contexto bastante diversificado para o tamanho relativamente pequeno da bacia.

A bacia do rio São João tem como substrato tanto rochas da Bacia do Paraná como do Embasamento da Bacia do Paraná. A porção superior do leito do rio São João é formada predominantemente por rochas vulcânicas e sedimentares mais antigas do Grupo Castro (Embasamento da Bacia do Paraná), enquanto na porção central e oeste dominam rochas sedimentares e da Formação Furnas (Bacia do Paraná) (GUIMARÃES *et al.*, 2011). Toda a bacia é cortada por diques de rochas básicas mesozoicas resultantes do extravasamento de lava vulcânica durante o evento de separação da América do Sul da África (GUIMARÃES *et al.*, 2011) (FIGURA 1.2).

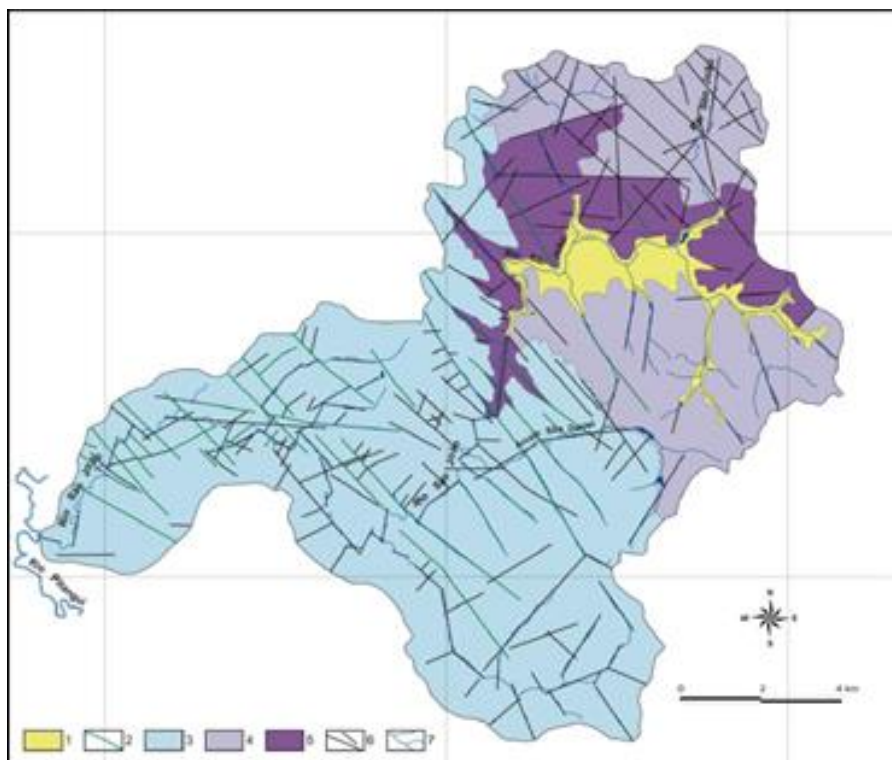


Figura 1.2. Geologia da bacia do rio São João. Legenda: 1. Sedimentos quaternários; 2. Diques de rochas básicas mesozoicas (Magmatismo Serra Geral); 3. Formação Furnas; 4. Grupo Castro – predomínio de rochas vulcânicas; 5. Grupo Castro – predomínio de rochas sedimentares; 6. Falhas e fraturas; 7. Curso de água. Extraído de: GUIMARÃES *et al.* (2011).

Predominam dentro dos limites da bacia, segundo Bhering & Santos (2008), os Neossolos Litólicos Húmicos, os Cambiossolos Húmicos Alumínicos e os Latossolos Brunos Distróficos (FIGURA 1.3).

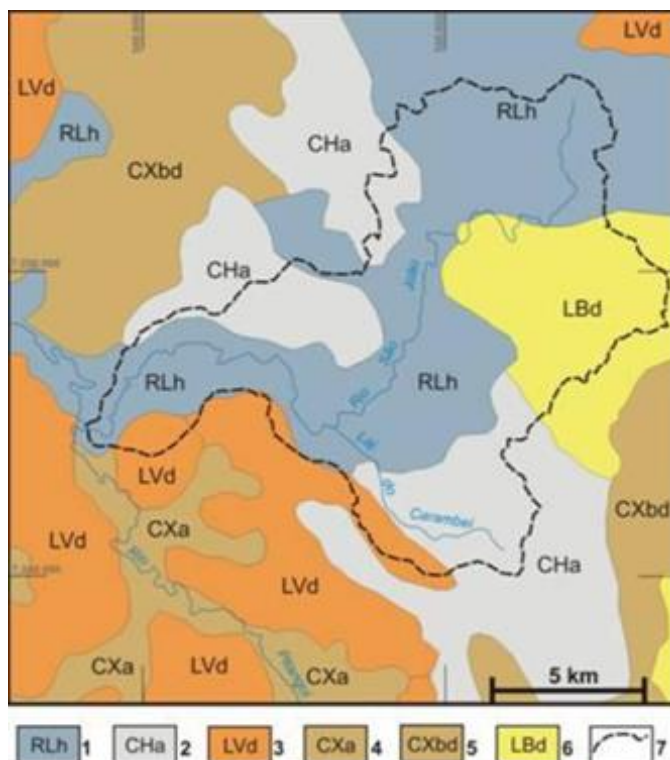


Figura 1.3. Solos da região da bacia do rio São João. Legenda: 1. Neossolos Litólicos Húmicos (RLh); 2. Cambiossolos Húmicos Alumínicos (CHa); 3. Latossolos Vermelhos Distróficos (LVd); 4. Cambiossolos Háplicos Alumínicos (CXa); 5. Cambiossolos Háplicos Distróficos (CXbd); 6. Latossolos Brunos Distróficos (LBd); 7. Limites da bacia do rio São João. Extraído de GUIMARÃES *et al.* (2011).

Os Neossolos Litólicos Húmicos estão presentes ao longo da calha principal do rio São João, tanto sobre os arenitos da Formação Furnas quanto sobre as rochas sedimentares e vulcânicas do Grupo Castro (GUIMARÃES *et al.*, 2011). São solos rasos e jovens, com cerca de 10 cm de profundidade. Geralmente estão localizados em áreas de elevada declividade e associam-se muito a falhas e fraturas tectônicas, o que os torna extremamente frágeis. Quando derivados de arenitos da Formação Furnas e do Grupo Castro, esses solos têm textura arenosa, o que agrava sua suscetibilidade à erosão ao perderem sua cobertura vegetal original e serem utilizados para plantio ou pecuária (SÁ, 2007). Devido a declividade do terreno, o solo erodido tende a ser carregado para o leito do rio, acelerando o seu processo de assoreamento.

Os Cambiossolos Húmicos Alumínicos estão presentes nos interflúvios da bacia do rio São João com as bacias vizinhas e na porção a montante do rio Lajeado do Carambeí (GUIMARÃES *et al.*, 2011). São solos jovens, com espessura intermediária, entre 50 a 100 cm de profundidade. Quando provenientes de arenitos apresentam textura arenosa, o que,

devido à sua pequena espessura e por usualmente se associarem ao relevo colinoso com declividades variáveis, os tornam ambientalmente mais frágeis que os Latossolos e suscetíveis a degradação quando inadequadamente manejados (SÁ, 2007).

Os Latossolos Brunos Distróficos estão presentes na porção centro-leste da bacia em área de predomínio de rochas vulcânicas do Grupo Castro (GUIMARÃES et al., 2011). Esses solos associam-se a relevo de topo suavizado, são profundos, com mais de 2 metros de profundidade, e com boa drenagem, os caracterizando como adequados às práticas agrícolas com manejo responsável (SÁ, 2007).

Quanto ao clima da região, segundo Maack (2002), a temperatura média anual é de 17,6° C. No mês mais quente a média é de 21,2° C, enquanto no mês mais frio é de 13,3° C. A máxima média é de 24,3° C. A classificação climática (MAACK, 2002):

- C. Troll IV-7: sempre úmido, quente no verão, clima subtropical, quente-temperado.
- H. v. Wissmann II-Fb: sempre úmido; fresco no verão (temperaturas inferiores a 23°C), clima de savana úmida subtropical.
- W. Koeppen Cfb: sempre úmido, clima quente-temperado, com temperaturas abaixo de 22°C no mês mais quente e acima de 10°C nos demais meses; com mais de cinco geadas noturnas por ano.

Esta região, segundo Maack (2002), é classificada como zona de campo limpo (estepe de gramíneas baixas). Devido à baixa profundidade do solo, a região conta com extensas áreas de gramíneas baixas onde se pode encontrar ervas, semi-arbustos e arbustos isolados ou em grupos e, frequentemente, montículos de cupim. Destacam-se entre as formações vegetacionais de campo nessa região, segundo Moro & Carmo (2007):

- *Campos Secos e com afloramentos rochosos*: encontrados em áreas bem drenadas, está associada, nessa região, principalmente a cambiossolos (montante do rio Lajeado do Carambeí) e neossolos litólicos (calha principal do rio São João).
- *Campos Úmidos*: ocupam pequenas extensões onde existe acúmulo de água, próximo a córregos ou em manchas onde o nível freático é superficial.
- *Formação Savânica*: os campos cerrados do Paraná ocorrem em clima pluvial sempre úmido ao contrário do observado para os campos cerrados do Brasil central.

Capões, matas de galerias e matas ciliares ocorrem apenas em depressões ao longo dos corpos d'água, onde o solo é mais profundo e, sob condições climáticas favoráveis, expandem-se até atingirem outros capões, formando assim grandes complexos de mata, onde predominam *Araucaria angustifolia*, Lauraceae, Myrtaceae, Bignoniaceae, Aquifoliaceae,

Podocarpaceae, e epífitas (MAACK, 2002). Ocorrem ainda ilhas de *A. angustifolia* distribuídas nos campos e capões. Em áreas de declives e depressões podem ocorrer áreas pantanosas. Para as formações florestais dessa região destacam-se, segundo Carmo; Moro; Nogueira (2007):

- *Floresta Ombrófila Mista Montana*: são formações adaptadas às condições de clima temperado úmido de altitude. As famílias predominantes no dossel são Lauraceae, Aquifoliaceae e Sapindaceae, enquanto no sub-bosque destacam-se Myrtaceae, Flacourtiaceae e Euphorbiaceae.
- *Floresta Ombrófila Mista Aluvial*: estas formações estão associadas aos corpos hídricos e são popularmente conhecidas como mata ciliar, vegetação ripária ou floresta de galeria.

Para o presente estudo foram demarcadas dez estações de coleta, sendo oito estações no rio São João (1 a 8) e duas estações no rio Lajeado do Carambeí (L1 e L2). As análises dos parâmetros físicos e químicos da água durante o período deste estudo foram realizados por Viana *et al.* (2011) (TABELA1.1).

Tabela 1.1. Valores médios e desvios padrão das variáveis ambientais e parâmetros físicos e químicos das estações amostrais da bacia do rio São João, durante o período de julho/2010 a junho/2011.

Variáveis ambientais	Estações				
	1	2	3	4	5
Profundidade (m)	0,2 ± 0,1	0,7 ± 0,1	1,5 ± 0,2	1,0 ± 0,4	0,8 ± 0,3
Largura (m)	1,5 ± 0,8	9,4 ± 1,7	10,7 ± 4,1	9,2 ± 1,3	12,8 ± 2,6
Velocidade da correnteza (m/s)	0,23 ± 0,16	0,30 ± 0,16	0,27 ± 0,12	0,29 ± 0,1	0,25 ± 0,07
Temperatura da água (°C)	18,1 ± 4,1	17,4 ± 4,3	18,3 ± 4,3	19,5 ± 3,8	19,7 ± 5,2
pH	6,8 ± 0,7	6,4 ± 0,3	6,6 ± 0,3	6,8 ± 0,5	6,7 ± 0,3
OD (mg L ⁻¹)	8,9 ± 2,2	9,2 ± 2,2	9,1 ± 2,7	8,5 ± 1,8	8,8 ± 2,3
Condutividade (mS)	0,1	0,1	0,1	0,2 ± 0,2	0,1 ± 0,1
Cloreto dissolvido (mg L ⁻¹)	7,4 ± 2,4	7,5 ± 3,2	6,2 ± 1,5	17,3 ± 5,3	19,2 ± 5,4
Alcalinidade (mg CaCO ₃ L ⁻¹)	18,8 ± 14,6	14,3 ± 7,4	18,1 ± 6,7	26,3 ± 11,4	19,2 ± 6,6
Sólidos Suspensos Totais (mg L ⁻¹)	19,7 ± 19,2	17,5 ± 16,2	48,1 ± 91,3	27,4 ± 28,0	20,7 ± 31,2
Fósforo total (mg L ⁻¹)	0,3 ± 0,7	0,2 ± 0,2	0,1 ± 0,1	1,0 ± 0,7	1,0 ± 0,8
Colif. Fecais (un/100 mL)	460,4 ± 411,0	650,6 ± 644,8	556,5 ± 645,3	1095,5 ± 691,9	974,0 ± 490,2
Colif. Totais (un/100 mL)	2057,7 ± 779,1	2217,2 ± 473,6	1992,2 ± 861,4	2420,0	2420,0
Total de bactérias (un/mL)	2440,7 ± 4594,7	522,8 ± 570,5	233,5 ± 277,4	3153,0 ± 3533,8	2946,8 ± 2595,1
Variáveis ambientais	6	7	8	L1	L2
Profundidade (m)	0,9 ± 0,2	1,9 ± 0,2	0,9 ± 0,1	0,9 ± 0,2	0,6 ± 0,1
Largura (m)	14,2 ± 4,4	19,6 ± 3,4	14,3 ± 6,4	4,6 ± 3,4	5,5 ± 1,4
Velocidade da correnteza (m/s)	0,37 ± 0,14	0,16 ± 0,08	0,20 ± 0,11	0,36 ± 0,45	0,75 ± 0,44
Temperatura da água (°C)	19,2 ± 5,3	20,7 ± 5,2	20,1 ± 3,6	19,5 ± 4,4	20,7 ± 5,6
pH	6,7 ± 0,3	6,8 ± 0,4	6,6 ± 0,4	6,4 ± 0,3	7,4 ± 1,0
OD (mg L ⁻¹)	8,8 ± 2,1	7,8 ± 2,4	9,5 ± 2,6	9,2 ± 2,4	7,9 ± 3,0
Condutividade (mS)	0,2 ± 0,1	0,2 ± 0,1	0,1 ± 0,1	0,1 ± 0,1	0,4 ± 0,3
Cloreto dissolvido (mg L ⁻¹)	19,9 ± 6,4	17,9 ± 6,6	20,0 ± 6,8	12,4 ± 5,5	42,9 ± 22,5

Tabela 1.1

(Continuação)

Alcalinidade (mg $\text{CaCO}_3 \text{ L}^{-1}$)	21,8 ± 8,0	24,4 ± 10,7	25,3 ± 13,3	22,1 ± 18,8	82,3 ± 63,3
Sólidos Suspensos Totais (mg L^{-1})	23,4 ± 25,8	39,7 ± 55,8	15,7 ± 15,8	12,9 ± 19,6	40,8 ± 32,6
Fósforo total (mg L^{-1})	1,0 ± 0,8	0,9 ± 0,6	1,4 ± 1,7	<0,1 ± 0,1	2,5 ± 0,8
Colif. Fecais (un/100 mL)	881,9 ± 674,1	834,9 ± 468,5	953,4 ± 785,6	979,9 ± 526,3	1530,8 ± 697,4
Colif. Totais (un/100 mL)	2420,0	2336,1 ± 290,5	2234,2 ± 643,6	2219,9 ± 693,1	2238,0 ± 630,5
Total de bactérias (un/mL)	2816,8 ± 3358,1	2146,3 ± 3260,7	1854,8 ± 2477,5	1337,6 ± 1749,8	8500,0 ± 1930,6

Os dados de temperatura mínima e máxima e de pluviometria foram fornecidos pela Fundação ABC – Pesquisa e Desenvolvimento Agropecuário de Castro (TABELA1.2). O período anterior as chuvas intensas (chamado aqui de período de pré-cheia) compreende os meses de julho/10 a setembro/10; o período de chuvas mais intensas (chamado aqui de período de cheia), de outubro/10 a janeiro/11; e o período após as chuvas intensas (chamado aqui de período pós-cheia), de fevereiro/11 a junho/11.

Tabela 1.2. Valores de temperatura mínima e máxima (°C) e pluviometria (mm) para o município de Carambeí-Pr, por mês, para o período de estudo (fornecidos pela Fundação ABC – Pesquisa e Desenvolvimento Agropecuário de Castro).

Meses	Temperatura Mínima (°C)	Temperatura Máxima (°C)	Pluviosidade (mm)
Julho/10	10,9	20,2	72,6
Agosto/10	9,4	21	6
Setembro/10	12,1	24,3	37,6
Outubro/10	12,1	23,3	170,2
Novembro/10	14,1	26,2	105
Dezembro/10	16,4	25,5	199,2
Janeiro/11	17,6	27	263
Fevereiro/11	16,1	26,1	32,2
Março/11	16,9	26,7	156,4
Abril/11	14,3	25,6	22,6
Maio/11	10,4	21,5	1,6
Junho/11	8,7	19,1	129,2

Estação 1 - Campina do Elias. (Castro): 594.244 - 7.254.532 UTM, altitude 1.057 m

O fundo se constitui irregular, ora com pequenas corredeiras sobre rocha, ora com grandes blocos soltos, ora com cascalho, ora com areia em locais mais remansados. O fundo é areno-lodoso com folhas, galhos e troncos. Nas margens o fundo é lodoso com folhas. O solo é argiloso e espesso, com mais de 1 metro. A água é levemente amarelada, límpida, sem espumas ou óleos. A largura do rio é de 1 m, com profundidade de 0,18 m (FIGURA 1.4A).

A floresta ciliar é rala e estreita (na margem esquerda possui cerca de 10 m de largura e na direita cerca de 5 m), com presença marcante de taquaras. Há cultivo agrícola e reflorestamento de *Pinus* sp. próximos ao rio.

Estação 2 - Fazenda São Daniel I: 589.192 - 7.248.279 UTM, altitude 986 m

Nesta estação, assim como na estação 3, o relevo apresenta cânions devido às falhas e fraturas resultantes do evento de separação da América do Sul em relação à África, através das quais o rio corre perfazendo um trajeto rico em rápidas mudanças de curso.

O fundo do rio é variável, ora rochoso (brecha vulcânica do Grupo Castro) com saltos de até 1,5 m, ora argiloso (nos poços), ora com presença de bancos de areia, sempre acompanhado de galhos e folhas. Nas encostas junto ao rio ocorrem escarpas em Arenito Furnas. Nas margens o fundo é argiloso, com folhas e troncos. A água é levemente amarelada, límpida, sem espumas ou óleos. A largura do rio é de 8 m, com profundidade de 0,65 m (FIGURA 1.4B).

A floresta ciliar forma uma faixa de 20 a 30 metros de largura, com vegetação rala. No entorno da margem esquerda da floresta ciliar ocorre uma vegetação típica de campos, com afloramentos rochosos em boas condições de preservação e com uma alta riqueza de espécies vegetais.

Esta estação, bem como a estação 3, corta uma grande propriedade rural de cultivo agrícola, pecuária (bovinos, suínos e caprinos), reflorestamento de *Pinus* sp. e *Eucalyptus* sp. e extração de argila.

Estação 3 - Fazenda São Daniel II: 589.142 - 7.247.761 UTM, altitude 984 m

O fundo do rio é areno-lodoso, com presença de laje, folhas e troncos, ora com pequenas corredeiras, ora com remansados. O leito apresenta grandes quantidades de areia. Nas margens o fundo é argiloso e areno-argiloso, com troncos e folhas. A água é levemente amarelada, límpida, sem espumas ou óleos. Nesse trecho o rio tem 10 m de largura e 1,55 m de profundidade (FIGURA 1.4C).

A faixa da floresta ciliar apresenta de 30 a 40 m de largura. A vegetação é rala, com indícios de acampamentos no local.

Estação 4 - SANEPAR: 586.479 - 7.244.897 UTM altitude 978m

Nesta estação ocorre a confluência do rio Lajeado do Carambeí com o rio São João. O fundo do rio é areno-lodoso, com presença de laje (Formação Furnas), troncos e folhas. Nas margens o fundo é argiloso e arenoso com presença de gramíneas. Existem poucos remansos. Se observam alguns bancos de areia no leito rio. A água é levemente amarelada, límpida, sem

espumas ou óleos. Nesse trecho o rio tem 10 m de largura e 0,45 m de profundidade (FIGURA 1.4D).

A floresta ciliar é estreita, com aproximadamente 4 m de largura e as margens são desprovidas de vegetação arbórea, destacando-se a presença de capim.

Estação 5– Barragem Sguario: 580.343 - 7.247.151 UTM altitude 870m

Nesta estação há uma barragem construída há mais de 100 anos pela antiga fábrica de papel Sguario, a qual explorava madeira na região. O fundo é arenoso com presença de laje (Formação Furnas). Nas margens o fundo também é arenoso. A barragem forma um grande remanso com bancos de areia nas margens do rio (FIGURA 1.4E). Abaixo da represa predomina um lajeado em Arenito Furnas sobre o qual se formam corredeiras com velocidades consideráveis (FIGURA 1.4F).

A água é levemente amarelada, límpida, sem espumas ou óleos. Nesse trecho o rio tem 14,5 m de largura, com profundidade de 5 m acima da represa, e 0,39 m de profundidade abaixo da barragem.

A floresta ciliar localizada na margem direita está muito degradada, formando um capoeirão composto de árvores baixas. Na margem esquerda ocorre uma vegetação campestre com gramíneas contínua com uma mancha de cerrado. Há vários indivíduos de *Pinus* sp. nessa margem. As propriedades rurais no entorno dessa estação têm como atividades plantio e criação de suínos e bovinos.

Estação 6 - Cachoeira do São João: 580.077 - 7.246.603 UTM altitude 841m

Nessa estação destaca-se a presença de uma cachoeira com cerca de 4 metros de altura. O fundo é arenoso com grandes bancos de areia. Apresenta laje da Formação Furnas. Nas margens o fundo é areno-argiloso. A água é levemente amarelada, límpida, com pouca espuma e óleos ausentes. Nesse trecho o rio tem 15 m de largura e 1 m de profundidade (FIGURA 1.4G)

A floresta ciliar é rala, formando, na margem direita, um capoeirão. A margem esquerda apresenta poucas árvores e, próximos à cachoeira, há presença marcante de *Pinus* sp. em reflorestamento.

Ponto 7 - Poço do Angico: 579.635 - 7.246.176 UTM altitude 835m

O fundo é areno-lodoso com presença de laje (Formação Furnas), onde se formam pequenas corredeiras e quedas de água, folhas, troncos e cascalho. Destacam-se grandes bancos de areia, alguns com cerca de 20x6 m no leito do rio. Nas margens o fundo é argilo-arenoso vegetado com presença de laje. A água é levemente amarelada, límpida, com pouca espuma e óleos ausentes. Nesse trecho o rio tem 16 m de largura e 2 m de profundidade (FIGURA 1.4H). Ainda é possível encontrar alguns poços com cerca de 4 m de profundidade, com fundo arenoso.

Ponto 8 - Poço das Abelhas: 579.354 - 7.245.429 UTM altitude 828m

Nesta estação observa-se a confluência do rio São João com o rio Pitangui. O fundo é areno-lodoso com presença de laje (Formação Furnas), folhas e troncos. Ocasionalmente há corredeiras sobre as lajes. Nas margens o fundo é areno-lodoso, com laje e troncos. O leito apresenta grandes quantidades de areia, principalmente na desembocadura do rio São João com o Pitangui, onde o avançado processo de assoreamento faz com que o nível da água na foz não atinja mais de 0,5m em algumas épocas do ano. A água é levemente amarelada, límpida, com espumas e óleos ausentes. Nesse trecho o rio tem 20 m de largura e 1 m de profundidade (FIGURA 1.4I). A floresta ciliar na margem direita é contínua com monocultura (milho).

Estação L1 - Clube do Carlão: 591.015 - 7.241.554 UTM altitude 1.014m

O fundo do rio é formado por laje do Arenito Furnas criando pequenas corredeiras e áreas de remansos. Nas margens o fundo é arenoso com laje. O solo é arenoso, raso (cerca de 0,5 m), escuro, sobre rocha. A água é levemente amarelada, límpida, sem espumas ou óleos. Nesse trecho o rio tem 1,5 m de largura e 0,9 m de profundidade (FIGURA 1.4J)

Devido à pequena profundidade do solo a área não sustenta vegetação arbórea. A vegetação dominante é de Cyperaceae entremeado com Poaceae, Leguminosae, Lentibulariaceae. Há indivíduos de *Pinus* sp. e *Eucalyptus* sp.. A vegetação campestre da margem esquerda tem aproximadamente 20 m de comprimento e é contínua com uma plantação de soja. Na margem direita a vegetação campestre é mais extensa.

Local L2 – E.T.E. Brasil Foods: 588.419 - 7.242.080 UTM altitude 985m

Esta estação está localizada a jusante do bairro carambeiense Jardim Brasília, do qual recebe esgoto *in natura* de algumas residências, da estação de tratamento de esgoto da

SANEPAR, da qual recebe efluentes, da indústria de rações FOCAM, da qual recebe a água utilizada nas caldeiras da fábrica após resfriamento em tanques, e da estação de tratamento de efluentes da empresa Brasil Foods, da qual recebe efluentes. O fundo do rio é areno-lodoso com laje (Formação Furnas). Nas margens o fundo é areno-lodoso com predomínio de gramíneas. A água é levemente amarelada, límpida, com espumas e, ocasionalmente, com óleos. Nesse trecho o rio possui 7 m de largura e 0,6 m de profundidade (FIGURA 1.4K). A floresta ciliar está completamente degradada. Há predomínio de capim nas margens do rio. Árvores são encontradas apenas na margem direita como *Schinusterebintifolia* (aroeira) e *Solanum* sp. (fumo-bravo).





Figura 1.4. Estações amostrais no rio São João e Lajeado do Carambeí. A) Estação 1; B) Estação 2; C) Estação 3; D) Estação 4; E) e F) Estação 5; G) Estação 6; H) Estação 7; I) Estação 8; J) Estação L1; K) Estação L2.

1.3. REFERÊNCIAS

ABELHA, M. C. F.; AGOSTINHO, A. A.; GOULART, E. Plasticidade trófica em peixes de água doce. **Acta Scientiarum**, v. 23, n. 2, p. 425-434, 2001.

ABELHA, M. C. F.; GOULART, E. V. Population structure, condition factor and reproductive period of *Astyanax paranae* (Eigenmann, 1914) (Osteichthyes: Characidae) in a small and old Brazilian reservoir. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 51, n. 3, p. 503-512, 2008.

ABILHOA, V.; DUBOC, L. F.; AZEVEDO-FILHO, D. P. A comunidade de peixes de um riacho de floresta com araucária, alto rio Iguaçu, sul do Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 25, n. 2, p. 238-246, 2008.

ANDRIAN, I. F.; SILVA, H. B. R.; PERETTI, D. Dieta de *Astyanax bimaculatus* (Linnaeus, 1758) (Characiformes, Characidae), da área de influência do reservatório de Corumbá, Estado de Goiás, Brasil. **Acta Scientiarum**, v. 23, n. 2, p. 435-440, 2001.

ARAÚJO, F. G. Adaptação do índice de integridade biótica usando a comunidade de peixes para o rio Paraíba do Sul. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 58, n. 4, p. 547-558, 1998.

ANGERMEIER, P. L.; KARR, J. R. Fish communities along environmental gradients in a system of tropical streams. **Environmental Biology of Fishes**, v. 9, n. 2, p. 117-135, 1983.

ARTONI, R. F.; SHIBATTA, O. A. **Peixes do Parque Estadual de Vila Velha**: aspectos da história natural, da biologia e da conservação. Ponta Grossa: Editora UEPG, 1996.

ARTONI, R. F.; SHIBATTA, O. A.; GROSS, M. C.; SCHNEIDER, C. H.; ALMEIDA, M. C.; VICARI, M. R.; BERTOLLO, L. A. C. *Astyanax aff. fasciatus* Cuvier, 1819 (Teleostei; Characidae): evidences of a species complex in the upper rio Tibagi basin (Paraná, Brazil). **Neotropical Ichthyology**, v. 4, n. 2, p. 197-202, 2006.

BARBIERI, G.; SANTOS, M. V. R.; SANTOS, J. M. Época de reprodução e relação peso/comprimento de duas espécies de *Astyanax* (Pisces, Characidae). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 17, n. 7, p. 1057-1065, 1982.

BARRETO, A. P.; ARANHA, J. M. R. Alimentação de quatro espécies de Characiformes de um riacho da Floresta Atlântica, Guaraqueçaba, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 23, n. 3, p. 779-788, 2006.

BENNEMANN, S. T.; GEALH, A. M.; ORSI, M. L.; SOUZA, L. M. Ocorrência e ecologia trófica de quatro espécies de *Astyanax* (Characidae) em diferentes rios da bacia do rio Tibagi, Paraná, Brasil. **Iheringia, Série Zoologia**, v. 95, n. 3, p. 247-254, 2005.

BERTACO, V. A.; LUCENA, C. A. S. Two new species of *Astyanax* (Ostariophysi: Characiformes: Characidae) from eastern Brazil, with a synopsis of the *Astyanax scabripinnis* species complex. **Neotropical Ichthyology**, v. 4, n. 1, p. 53-60, 2006.

BHERING, S. B.; SANTOS, H. G. (eds.). **Mapa de solos do Estado do Paraná**: Legenda atualizada. Rio de Janeiro: Embrapa Florestas: Embrapa Solos: Instituto Agrônômico do Paraná, 2008.

BRAGA, F. M. S. Reprodução de peixes (Osteichthyes) em afluentes do reservatório de Volta Grande, Rio Grande, sudeste do Brasil. **Iheringia, Série Zoologia**, v. 91, p. 67-74, 2001.

BRITSKI, H. A.; SATO, Y.; ROSA, A. B. S. **Manual de identificação de peixes da região de Três Marias, Minas Gerais**. Brasília: CODEVASF, 1988.

BRITSKI, H. A.; SILIMON, K. Z. S.; LOPES, B. S. **Peixes do Pantanal**: Manual de identificação. Brasília: Embrapa, 2007.

BUCKUP, P. A. Sistemática e biogeografia de peixes de riachos. *In*: CARAMASCHI, E. P.; MAZZONI, R.; PERES-NETO, P. R. (eds.). **Ecologia de peixes de riachos**. Série Oecologia Brasiliensis, v. 6. Rio de Janeiro: PPGE-UFRJ, 1999.

CALLISTO, M.; MORETTI, M.; GOULART, M. Macroinvertebrados bentônicos como ferramenta para avaliar a saúde de riachos. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 6, n. 1, p. 71-82, 2001.

CARLISLE, D. M.; MEADOR, M. R.; MOULTON II, S. R.; RUHL, P. M. Estimation and application of indicator values for common macroinvertebrate genera and families of the United States. **Ecological Indicators**, v. 7, p. 22-33, 2007.

CARMO, M. R. B.; MORO, R. S.; NOGUEIRA, M. K. F. S. A vegetação florestal nos Campos Gerais. *In*: MELO, M. S. de; MORO, R. S.; GUIMARÃES, G. B. (eds.). **Patrimônio natural dos Campos Gerais do Paraná**. Ponta Grossa: Editora UEPG, 2007.

CARVALHO, P. A.; PASCHOALINI, A. L.; SANTOS, G. B.; RIZZO, E.; BAZZOLI, N. Reproductive biology of *Astyanax fasciatus* (Pisces: Characiformes) in a reservoir in southeastern Brazil. **Journal of Applied Ichthyology**, v. 25, p. 306-313, 2009.

CASATTI, L.; LANGEANI, F.; CASTRO, R. M. C. Peixes de riacho do Parque Estadual Morro do Diabo, bacia do Alto rio Paraná, SP. **Biota Neotropica**, v. 1, n. 1, p. 1-15, 2001.

CASATTI, L. Alimentação dos peixes em um riacho do Parque Estadual Morro do Diabo, bacia do alto rio Paraná, sudeste do Brasil. **Biota Neotropica**, v. 2, n. 2, p. 1-14, 2002.

CASÉ, M.; LEÇA, E. E.; LEITÃO, S. N.; SANT'ANNA, E. E.; SCHWAMBORN, R.; MORAES JUNIOR, A. T. Plankton community as an indicator of water quality in tropical shrimp culture ponds. **Marine Pollution Bulletin**, v. 56, p. 1343-1352, 2008.

CENTOFANTE, L.; BERTOLLO, L. A. C.; JUSTI, A. J.; MOREIRA-FILHO, O. Correlation of chromosomal and morphologic character in two *Astyanax* species (Pisces, Characidae). **Ichthyological Exploration of Freshwaters**, v. 14, n. 4, p. 361-368, 2003.

COTA, L.; GOULART, M.; MORENO, P.; CALLISTO, M. Rapid assessment of river water quality using an adapted BMWP index: a practical tool to evaluate ecosystem health. **Verhandlungen des Internationalen Verein Limnologie**, v. 28, p. 1-4, 2002.

CRIPPA, E. L.; HAHN, N. S.; FUGI, R. Food resource used by small-fish in macrophyte patches in ponds of the upper Paraná river floodplain. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 31, n. 2, p. 119-125, 2009.

EIGENMANN, C. H. The American Characidae. **Memoirs of the Museum of Comparative Zoology**, v. 43, parte 3, 1921.

ESTEVES, K. E. Feeding ecology of three *Astyanax* species (Characidae, Tetragonopterinae) from a floodplain lake of Mogi-Guaçu River, Paraná River Basin, Brazil. **Environmental Biology of Fishes**, v. 46, n. 1, p. 83-101, 1996.

ESTEVES, K. E.; ARANHA, J. M. R. Ecologia trófica de peixes de riachos. In: CARAMASCHI, E. P.; MAZZONI, R.; PERES-NETO, P. R. (eds.). **Ecologia de peixes de riachos**. Série Oecologia Brasiliensis, v. 6. Rio de Janeiro: PPGE-UFRJ, 1999.

FERREIRA, K. Biology and ecomorphology of stream fishes from the rio Mogi-Guaçu basin, Southern Brazil. **Neotropical Ichthyology**, v. 5, n. 3, p. 311-326, 2007.

FERREIRA, A. **Relações tróficas e isotópicas entre duas espécies de caracídeos e a cobertura do solo em córregos da bacia do rio Corumbataí, SP**. Tese (doutorado). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - Universidade de São Paulo (ESALQ/USP). Piracicaba, 2008.

FERREIRA-NETO, M.; ARTONI, R.; VICARI, M. R.; MOREIRA-FILHO, O.; CAMACHO, J. P. M.; BAKKALI, M.; OLIVEIRA, C.; FORESTI, F. Three sympatric karyomorphs in the fish *Astyanax fasciatus* (Teleostei, Characidae) do not seem to hybridize in natural populations. **Comparative Cytogenetics**, v. 6, n. 1, p. 29-40, 2012.

FROESE, R.; PAULY, D. (eds.). **FishBase**. World Wide Web electronic publication. 2012. Disponível em: <www.fishbase.org> Acesso em: 22 set. 2013.

GARUTTI, V.; BRITSKI, H. A. Descrição de uma espécie nova de *Astyanax* (Teleostei: Characidae) da bacia do alto rio Paraná e considerações sobre as demais espécies do gênero na bacia. **Comunicações do Museu de Ciência e Tecnologia da PUCRS**, Série Zoologia, v. 13, p. 65-88, 2000.

GEALH, A. M.; HAHN, N. S. Alimentação de *Oligosarcus longirostris* Menezes & Gèry (Osteichthyes, Acestrorhynchinae) do Reservatório de Salto Segredo, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 15, n. 4, p. 985-993, 1998.

GERKING, S. D. **Feeding ecology of fish**. San Diego: Academic Press, 1994.

GODOY, M. P. **Peixes do Estado de Santa Catarina**. Florianópolis: Editora da UFSC, 1992.

GOMES, J.; PINTO, M. L. C. Caracterização hidromorfológica da Bacia Hidrográfica do rio São João. In: GEALH, A. M. (coord.). **Diagnóstico ambiental e conservação na bacia do rio São João – Carambeí – Pr**. Universidade Estadual de Ponta Grossa, 2011.

GUIMARÃES, G. B.; GODOY, L. C.; MELO, M. S.; FLÜGEL FILHO, J. C. A. Geodiversidade da bacia do rio São João, Carambeí (Pr). *In*: GEALH, A. M. (coord.). **Diagnóstico ambiental e conservação na bacia do rio São João – Carambeí – Pr.** Universidade Estadual de Ponta Grossa, 2011.

GURGEL, H. C. B. Estrutura populacional e época de reprodução de *Astyanax fasciatus* (Cuvier) (Characidae, Tetragonopterinae) do rio Ceará Mirim, Poço Branco, Rio Grande do Norte, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 2, n. 1, p. 131-135, 2004.

HAHN, N. S.; AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L. C.; BINI, L. M. Estrutura trófica da ictiofauna do reservatório de Itaipu (Paraná-Brasil) nos primeiros anos de sua formação. **Interciencia**, v. 23, n. 5, 1998.

JAMETT, M. M.; PEÑA, J. C.; BOGANTES, W. A. Crecimiento y maduración sexual de *Astyanax fasciatus* (Pisces: Characidae) en el embalse Arenal, Guanacaste, Costa Rica. **Revista de Biología Tropical**, v. 45, n. 2, p. 855-859, 1997.

JUNQUEIRA, V. M.; CAMPOS, S. C. M. Adaptation of the BMWP method for water quality evaluation to rio das Velhas Watershed (Minas Gerais, Brazil). **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 10, n. 2, p. 125-135, 1998.

KOMULAYNEN, S.; CHEKRYZHEVA, T. Response of algal communities to anthropogenic changes in mineralization. **Botanica Lithuanica**, v. 19, n. 1, p. 57-66, 2013.

LIMA, F. C. T.; MALABARBA, L. R.; BUCKUP, P. A.; SILVA, J. F. P.; VARI, R. P.; HAROLD, A.; BENINE, R.; OYAKAWA, O. T.; PAVANELLI, C. S.; MENEZES, N. A.; LUCENA, C. A. S.; REIS, R. E.; LANGEANI, F.; CASATTI, L.; BERTACO, V. A.; MOREIRA, C.; LUCINDA, P. H. F. Genera *Incertae Sedis* in Characidae. *In*: REIS, R. E.; KULLANDER, S. O.; FERRARIS JR., C. J. (eds.). **Check list of the freshwater fishes of South and Central America**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2003.

LOLIS, A. A.; ANDRIAN, I. F. Alimentação de *Pimelodus maculatus* Lacépède, 1803 (Siluriformes, Pimelodidae) na planície de inundação do Alto rio Paraná, Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 23, p. 187-202, 1996.

LOWE-McCONNELL, R. H. **Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1999.

MAACK, R. **Geografia física do Estado do Paraná**. 3. ed. Curitiba: Imprensa Oficial, 2002.

MARINHO, M. F.; LIMA, F. C. T. *Astyanax ajuricaba*: a new species from the Amazon basin in Brazil (Characiformes: Characidae). **Neotropical Ichthyology**, v. 7, n. 2, p. 169-174, 2009.

MAZZONI, R.; NERY, L. L.; IGLESIAS-RIOS, R. Ecologia e ontogenia da alimentação de *Astyanax janaeirensis* (Osteichthyes, Characidae) de um riacho costeiro do sudeste do Brasil. **Biota Neotropica**, v. 10, n. 3, p. 53-60, 2010.

MAZZONI, R.; MORAES, M.; REZENDE, C. F.; MIRANDA, J. C. Alimentação e padrões ecomorfológicos das espécies de peixes de riacho do alto rio Tocantins, Goiás, Brasil. **Iheringia, Série Zoologia**, v. 100, n. 2, p. 162-168, 2010.

McGEOCH, M. The selection, testin and application of terrestrial insects as bioindicators. **Biological Reviews**, v. 73, p. 181-201, 1998.

MELO, F. A. G. Revisão taxonômica das espécies do gênero *Astyanax* Baird & Girard, 1854, (Teleostei: Characiformes: Characidae) da região da Serra dos Órgãos. **Arquivos do Museu Nacional**, v. 1. Rio de Janeiro: Museu Nacional. 2001.

MELO, F. A. G. **Revisão taxonômica do complexo de espécies *Astyanax fasciatus* (Cuvier, 1819) (Teleostei: Characiformes: Characidae)**. Unpublished Ph.D. Dissertation. Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2005.

MELO, F. A. G.; BUCKUP, P. A. *Astyanax henseli*, a new name for *Tetragonopterus aeneus* Hensel, 1870 from Southern Brazil (Teleostei: Characiformes). **Neotropical Ichthyology**, v. 4, n. 1, p. 45-52, 2006.

MELO, M. S.; MORO, R. S.; GUIMARÃES, G. B. (eds.). **Patrimônio Natural dos Campos Gerais**. Ponta Grossa, Editora UEPG, 2007.

MELO, M. S.; GUIMARÃES, G. B.; SANTANA, A. C. Fisiografia da bacia do rio Pitangui. In: GEALH, A. M; MELO, M. S. de; MORO, R. S. (eds.). **Pitangui, rio de contrastes**: seus lugares, seus peixes, sua gente. Ponta Grossa: Editora UEPG, 2010.

MENNI, R. C.; GÓMEZ, S. E.; ARMENGOL, F. L. Subtle relationship: freshwater fishes and water chemistry in Southern South America. **Hydrobiologia**, v. 328, p. 173-197, 1996.

METCALFE, J. L. Biological water quality assessment of running Waters based on macroinvertebrate communities: history and presente status in Europe. **Environmental pollution**, v. 60, p. 101-139, 1989.

MONTEIRO, T. R.; OLIVEIRA, L. G.; GODOY, B. S. Biomonitoramento da qualidade de água utilizando macroinvertebrados bentônicos: adaptação do índice biótico BMWP à bacia do rio Meia Ponte-Go. **Oecologia Brasiliensis**, v. 12, n. 3, p. 553-563, 2008.

MORAES, M. F. P. G.; CORNÉLIO, D.; BARBOLA, I. F. Aspectos da biologia reprodutiva dos peixes do rio Pitangui. In: GEALH, A. M.; MELO, M. S.; MORO, R. S. (eds.). **Pitangui, rio de contrastes: seus lugares, seus peixes, sua gente**. Ponta Grossa: Editora UEPG, 2010.

MOREIRA-FILHO, O; BERTOLLO, L. A. C. *Astyanax scabripinnis* (Pisces, Characidae): a species complex. **Revista Brasileira de Genética**, v. 14, n.2, p. 331-357, 1991.

MORO, R. S.; FÜRSTENBERGER, C. B. **Catálogo dos principais parâmetros ecológicos de diatomáceas não-marinhas**. Ponta Grossa: Editora UEPG, 1997.

MORO, R. S.; CARMO, M. R. B. A vegetação campestre nos Campos Gerais. In: MELO, M. S. de; MORO, R. S.; GUIMARÃES, G. B. (eds.). **Patrimônio natural dos Campos Gerais do Paraná**. Ponta Grossa: Editora UEPG, 2007.

NALIM, D. M.; GALVES JR., W.; MENDES, E. C.; MARONEZE, D. M. Insetos aquáticos. In: BENNEMANN, S. T.; SHIBATTA, O. A.; VIEIRA, O. A. (orgs.). **A flora e fauna do ribeirão Varanal: um estudo da biodiversidade do Paraná**. Londrina: EDUEL, 2008.

NOMURA, H. Alimentação de três espécies de peixes do gênero *Astyanax* Baird & Girard, 1854 (Osteichthyes, Characidae) no rio Mogi-Guaçu, SP. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 35, n. 4, p. 595-614, 1975a.

NOMURA, H. Fecundidade, maturação sexual e índice gônada-somático de lambaris do gênero *Astyanax* Baird & Girard (1854) (Osteichthyes, Characidae), relacionados com fatores ambientais. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 35, n. 4, p. 775-798, 1975b.

NORRIS, R. H.; THOMS, M. C. What is river health? **Freshwater Biology**, v. 41, p. 197-209, 1999.

PAVANELLI, C. S.; OLIVEIRA, C. A. M. A redescription of *Astyanax gymnodontus* (Eigenmann, 1911), new combination, a polymorphic characid fish from the rio Iguaçu basin, Brazil. **Neotropical Ichthyology**, v. 7, n. 4, p. 569-578, 2009.

PERETTI, D.; ANDRIAN, I. F. Feeding and morphological analysis of the digestive tract of four species of fish (*Astyanax altiparanae*, *Parauchenipterus galeatus*, *Serrasalmus marginatus* and *Hoplias aff.malabaricus*) from the upper Paraná River floodplain, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 68, n. 3, p. 671-679, 2008.

PISTUNE, H. F. M. **Citogenética molecular de *Astyanax scabripinnis* (Characidae, *Incertae sedis*) com ênfase no cromossomo B**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Ponta Grossa. Ponta Grossa, 2010.

SÁ, M. F. M. Os solos dos Campos Gerais. In: MELO, M. S. de; MORO, R. S.; GUIMARÃES, G. B. (eds.). **Patrimônio natural dos Campos Gerais do Paraná**. Ponta Grossa: Editora UEPG, 2007.

SILVA, J. P. A.; MUELBERT, A. E.; OLIVEIRA, E. C.; FÁVARO, L. F. Reproductive tactics used by the lambari *Astyanax aff. fasciatus* in three water supply reservoirs in the same geographic region of the upper Iguaçu River. **Neotropical Ichthyology**, v. 8, n. 4, p. 885-892, 2010.

SUZUKI, H. I.; AGOSTINHO, A. A. Reprodução de peixes do reservatório de Segredo. In: AGOSTINHO, A. A.; GOSMES, L. C. (eds.). **Reservatório de Segredo, bases ecológicas para o manejo**. Maringá: EDUEM, 1997.

UIEDA, V. S. **Regime alimentar, distribuição espacial e temporal de peixes (Teleostei) em um riacho na região de Limeira, São Paulo**. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 1983.

VAZZOLER, A. E. A.; MENEZES, N. A. Síntese de conhecimentos sobre o comportamento reprodutivo dos Characiformes da América do Sul (Teleostei, Ostariophysi). **Revista Brasileira de Biologia**, v. 52, n. 4, p. 627-640, 1992.

VAZZOLER, A. E. A. M. **Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática**. Maringá: EDUEM, 1996.

VEREGUE, A. M. L.; ORSI, M. L. Biologia reprodutiva de *Astyanax scabripinnis paranae* (Eigenmann) (Osteichthyes, Characidae), do ribeirão das Marrecas, bacia do rio Tibagi, Paraná. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 20, n. 1, p. 97-105, 2003.

VIANA, A. G.; KLOTH, A. E. G.; SCHEFFER, E. W.; BUSCH, O. M. S. Estudo das características físico-químicas e biológicas do rio São João. In: GEALH, A. M. (coord.). **Diagnóstico ambiental e conservação na bacia do rio São João – Carambeí – Pr**. Universidade Estadual de Ponta Grossa, 2011.

VICARI, M. R.; NOLETO, R. B.; ARTONI, R. F.; MOREIRA-FILHO, O.; BERTOLLO, L. A. Comparative cytogenetics among species of the *Astyanax scabripinnis* complex. Evolutionary and biogeographical inferences. **Genetics and Molecular Biology**, v. 31, n. 1, p. 173-179, 2008.

VILELLA, F. S.; BECKER, F. G. & HARTZ, S. M. Diet of *Astyanax* species (Teleostei, Characidae) in an Atlantic Forest River in Southern Brazil. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 45, n. 2, Curitiba, Jun. 2002.

WOLFF, L. L.; ABILHOA, V.; RIOS, F. S.; DONATTI, L. Spatial, seasonal and ontogenetic variation in the diet of *Astyanax aff. fasciatus* (Ostariophysi: Characidae) in an Atlantic Forest river, Southern Brazil. **Neotropical Ichthyology**, v. 7, n. 2, p. 257-266, 2009.

WOOTTON, R. J. Strategies and tactics in fish reproduction. *In*: POTTS, G. W.; WOOTTON, R. J. (eds.). **Fish reproduction**: strategies and tactics. London: Academic Press, 1984.

WOOTTON, R. J. **Ecology of teleost fishes**. London: Chapman & Hall, 1990.

WOOTTON, R. J. **Fish ecology**. New York: Chapman & Hall, 1999.

WU, J. T.; SUEN, W. C. Change of algal associations in relation to water pollution. **Botanical Bulletin of Academia Sinica**, v. 26, p. 203-212, 1985.

ZARET, T. M. & RAND, A. S. Competition in tropical stream fishes: support for the competitive exclusion principle. **Ecology**, v. 52, n. 2, p. 336-342, 1971.

ZAVALA-CAMIN, L. A. **Introdução aos estudos sobre alimentação natural em peixes**. Maringá: EDUEM, 1996.

2.1. BIOLOGIA REPRODUTIVA DE *Astyanax aff.fasciatus* CUVIER, 1819 (TELEOSTEI: CHARACIDAE) EM UM AFLUENTE DO RIO TIBAGI, PARANÁ

2.2. INTRODUÇÃO

A reprodução é um dos aspectos mais importantes no ciclo de vida de uma espécie e a manutenção de populações viáveis depende do seu sucesso (SUZUKI & AGOSTINHO, 1997; BRAGA, 2001), o qual é determinado, em última instância, pela capacidade dos indivíduos dessa espécie em se reproduzirem e manterem populações viáveis a cada geração (VAZZOLER, 1996). Para tanto, tais espécies devem exibir um conjunto de características que lhes permitam atingir o sucesso reprodutivo frente às diversas variações ambientais que as rodeiam. Tal conjunto é denominado estratégia reprodutiva, e cada uma das características que compõem esse conjunto é denominada tática reprodutiva (WOOTTON, 1984).

Astyanax aff. fasciatus, popularmente conhecido como lambari-do-rabo-vermelho, ocorre na maioria das bacias de água doce do México à Argentina (GODOY, 1992; LIMA *et al.*, 2003). São migradores de pequenas distâncias (JAMETT; PEÑA; BOGANTES, 1997; GURGEL, 2004), apresentam fecundação externa e não exibem cuidado parental (VAZZOLER & MENEZES, 1992).

Alguns estudos sobre aspectos reprodutivos dessa espécie foram conduzidos por Nomura (1975), Barbieri; Santos; Santos (1982), Vazzoler & Menezes (1992), Jamett; Peña; Bogantes (1997), Gurgel (2004), Simabuku (2005), Carvalho *et al.* (2009), Silva *et al.* (2010) e Martins *et al.* (2012).

Na região dos Campos Gerais, trabalhos com essa espécie incluem citações em levantamentos ictiofaunísticos (GEALH, 2007; SHIBATTA; GEALH; BENNEMANN, 2007; GEALH, 2010), estrutura trófica (BENNEMANN *et al.*, 2005; GEALH, 2010) e aspectos reprodutivos (GUBIANI; GOMES; AGOSTINHO, 2009; MORAES; CORNÉLIO; BARBOLA, 2010), além de estudos genéticos (ARTONI *et al.*, 2006; ARTONI *et al.*, 2009; MATOSO *et al.*, 2010; FERREIRA-NETO *et al.*, 2012) e de morfometria (SHIBATTA & ARTONI, 2005).

Este trabalho objetivou fornecer informações acerca da utilização da bacia do rio São João por *A. aff. fasciatus*, tendo como hipóteses que essa espécie se reproduz na bacia aproveitando o período de maior pluviosidade.

2.3. MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

A bacia do rio São João é afluente da margem direita do rio Pitanguí, sendo este um dos afluentes da margem direita do rio Tibagi. Localizada na região dos Campos Gerais (MELO; MORO; GUIMARÃES, 2007), a bacia ocupa uma área com cerca de 145 Km², estendendo-se entre os municípios de Castro e Carambeí (FIGURA 2.1). Para o presente estudo foram demarcadas oito estações no rio São João e duas estações no rio Lajeado do Carambeí.

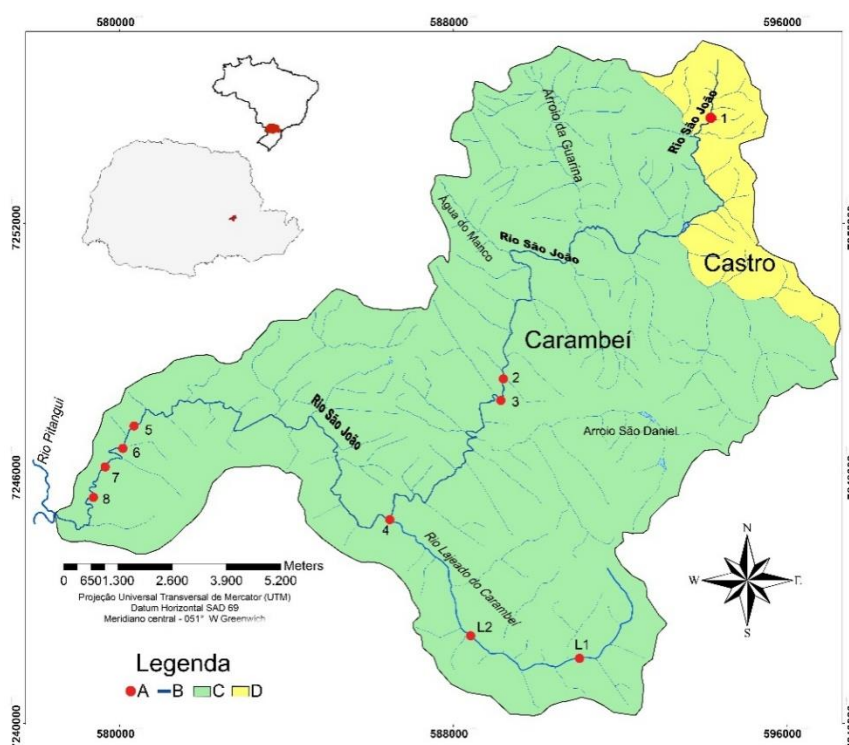


Figura 2.1. Bacia do rio São João. Modificado de: GUIMARÃES *et al.* (2011). Legenda: A: estações amostrais; B: Hidrografia; C: Município de Carambeí; D: Município de Castro.

Coleta de Dados

As capturas foram realizadas mensalmente no período de julho de 2010 a junho de 2011. Foi aplicado esforço amostral padronizado de coletas de 24 horas com despescas a cada 12 horas, empregando redes de espera simples, tarrafa, caniço, espinhel, covos e puçás. Foram aferidos o comprimento padrão (cm), peso total (g), sexo, estágio de maturação gonadal e peso das gônadas (g). Exemplares testemunho foram depositados no Museu de Zoologia da Universidade Federal do Paraná.

Análise dos dados

Para a análise da estrutura populacional foram calculadas as frequências das classes de comprimento padrão, conforme Sturges (1926), individualmente para cada sexo, por estação amostral e por bimestre. Diferenças nas proporções sexuais foram testadas através de teste de chi-quadrado (X^2) ($\alpha = 0,05$).

Foram calculadas as proporções entre jovens e adultos por estação amostral e por bimestre. Diferenças foram testadas através de teste de chi-quadrado (X^2) ($\alpha = 0,05$). Análises bimestrais foram realizadas devido a pequena captura de indivíduos alcançada em alguns dos meses do período de coletas.

As análises de comprimento médio da primeira maturação gonadal (L_{50}) e o comprimento no qual todos os indivíduos estão aptos a reprodução (L_{100}), estimados conforme Vazzoler (1981), relação peso total/comprimento padrão, obtida para cada sexo através do software Minitab 16 (MINITAB Inc., 2010), empregando o método dos mínimos quadrados iterativos. As variáveis das relações para cada sexo foram comparadas entre si através do teste t de Student, e Fator de Condição Alométrico (K) e o Fator de Condição Somático (K'), calculados conforme Bagenal & Tesch (1978 *apud* ABELHA & GOULART, 2008) para cada sexo por mês, foram conduzidas considerando o agrupamento dos indivíduos coletados.

Os estádios de desenvolvimento gonadal foram obtidos a partir da análise das fases de desenvolvimento ovocitário e espermático, foram empregados na elaboração da escala de maturidade modificada a partir de Vazzoler (1996). Posteriormente foram calculadas as frequências percentuais dos estádios de desenvolvimento gonadal de machos e fêmeas por estação amostral e por bimestre.

A Relação Gônada-somático (RGS) foi calculada para machos e para fêmeas, individualmente, conforme Vazzoler (1981), através da equação

$$RGS = \frac{W_g}{W_t} * 100$$

W_g = peso da gônada

W_t = peso do exemplar

Os valores obtidos para cada indivíduo foram lançados em um gráfico mensal (FÁVARO *et al.*, 2005).

Para a análise de fecundidade e o tipo da desova foram dissociados os ovários de 8 exemplares da espécie e a análise procedeu conforme Vazzoler (1981 e 1996).

O Índice de Atividade Reprodutiva (IAR) foi estimado conforme Agostinho *et al.*, (1991) através da equação

$$IAR = \frac{\ln N_i \left(\frac{n_i}{\sum_{i=1}^n n_i} + \frac{n_i}{N_i} \right) \frac{RGS_i}{RGS_e}}{\ln N_m \left(\frac{n_m}{\sum n_i} + 1 \right)} 100$$

N_i = número de indivíduos na unidade amostral i ;

n_i = número de indivíduos “em reprodução”, na unidade amostral i ;

N_m = número de indivíduos na maior unidade amostral;

n_m = número de indivíduos “em reprodução” na unidade amostral com maior n ;

RGS_i = RGS média dos indivíduos “em reprodução” na unidade amostral i ;

RGS_e = maior valor individual de RGS;

RGS = peso das gônadas x 100 / peso total.

Assumimos que as áreas consideradas reprodutivas foram aquelas que exibiram as maiores frequências de indivíduos com gônadas em estágio maduro, semi-esgotado/semi-desovado e esgotado/desovado e pequeno volume gástrico, enquanto as áreas de alimentação exibiram elevadas frequências de indivíduos com gônadas em estágio de recuperação e grande quantidade de alimento no estômago.

2.4. RESULTADOS

Foram capturados 712 exemplares de *Astyanax aff. fasciatus* ao longo do período de estudo. Não foram capturados indivíduos nas estações 1, L1 e L2. O comprimento padrão dos machos variou de 6,0 a 12,0 cm, enquanto o das fêmeas variou de 5,6 a 12,7 cm (FIGURA 2.2 e ANEXO 2.1). As fêmeas predominaram significativamente em todas as classes, exceto no intervalo de 12,0-12,7 cm, no qual as proporções entre os sexos foram iguais.

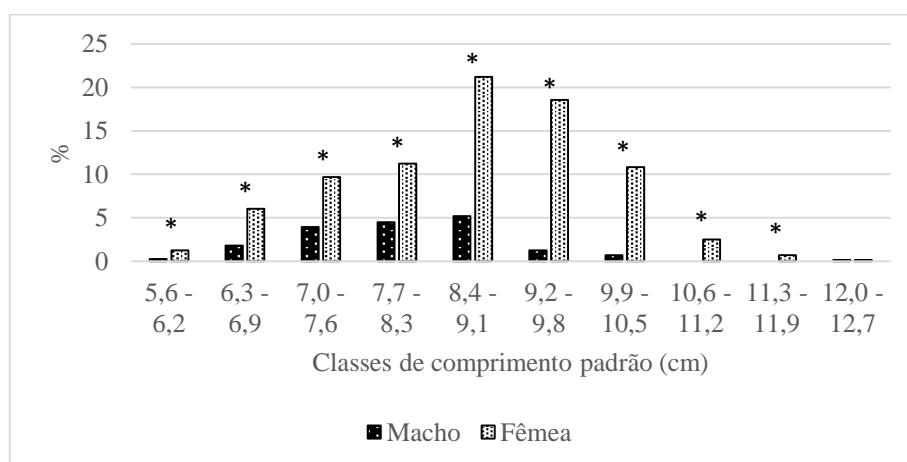


Figura 2.2. Composição das classes de comprimento padrão de machos e fêmeas de *Astyanax aff. fasciatus* no rio São João. (* diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os sexos).

A distribuição das frequências de comprimento padrão de machos e fêmeas por bimestre (FIGURA 2.3 e ANEXO 2.2) aponta um predomínio de fêmeas na maioria das classes, com destaque para o período de novembro a abril, no qual também foi registrada a maior abundância de indivíduos de ambos os sexos para o período de estudo.

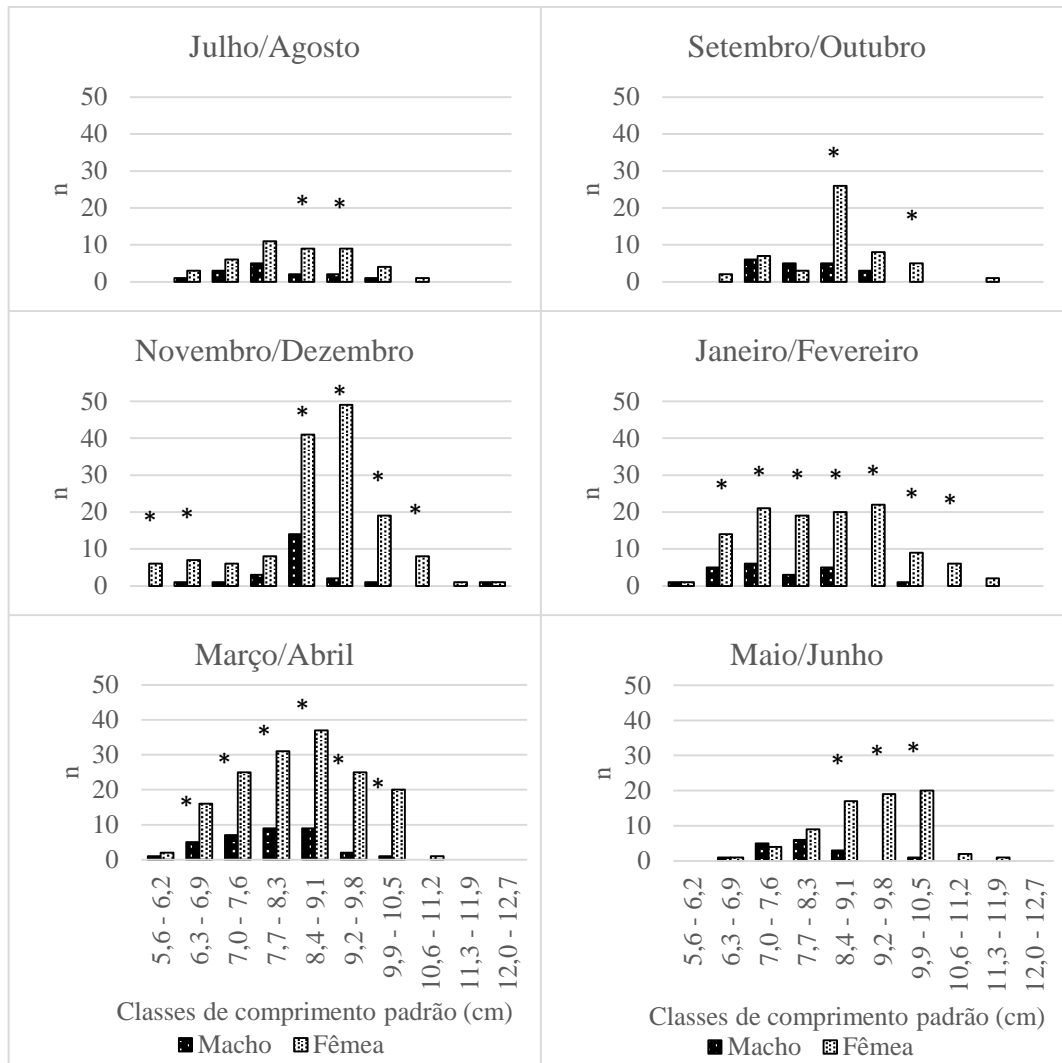


Figura 2.3. Composição das classes de comprimento padrão de machos e fêmeas de *Astyanax fasciatus* por bimestre no rio São João. (* diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os sexos).

A proporção sexual observada entre machos e fêmeas para a bacia foi de 1:4,6 macho por fêmea. As fêmeas predominaram em todas as estações (FIGURA 2.4A e ANEXO 2.3) e em todos os bimestres (FIGURA 2.4B e ANEXO 2.2).

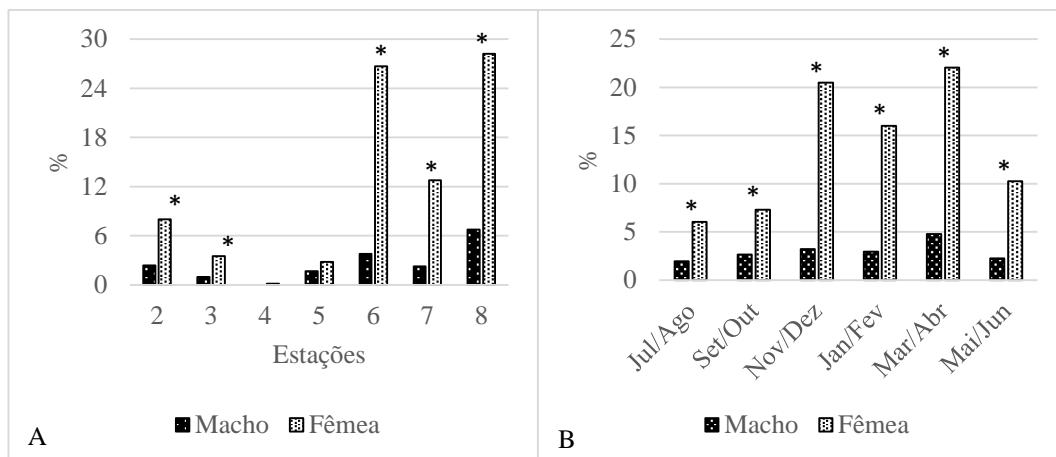


Figura 2.4. Proporção sexual de *Astyanax aff. fasciatus* por estação amostral (A) e por bimestre (B) no rio São João. (* diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os sexos).

Foram registrados 90 exemplares jovens de *A. aff. fasciatus*, os quais constituíram 12,6% da amostra total. Indivíduos jovens foram registrados em todas as estações amostrais, exceto na 4, sempre em número significativamente inferior aos de adultos, tanto em relação a abundância por estação (FIGURA 2.5A e ANEXO 2.4) quanto a abundância por bimestres (FIGURA 2.5B e ANEXO 2.5).

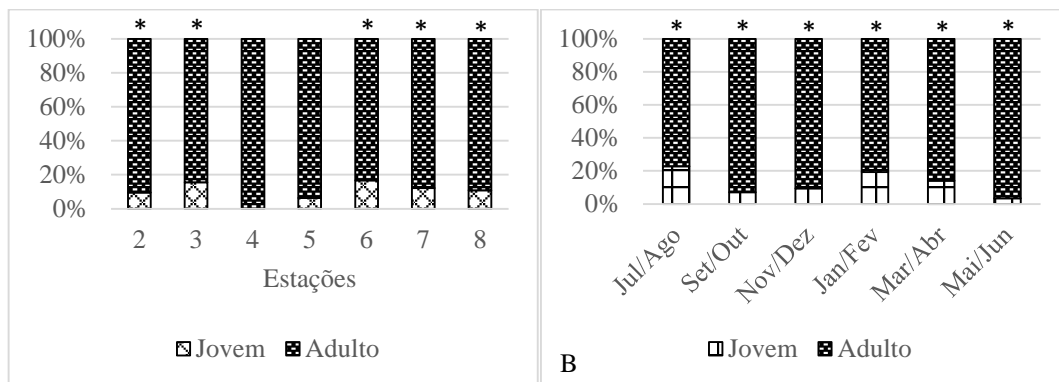


Figura 2.5. Proporção entre jovens e adultos de *Astyanax aff. fasciatus* por estação amostral (A) e por bimestre (B) no rio São João. (* diferenças significativas ($p < 0,05$) entre jovens e adultos).

Os valores de L_{50} e de L_{100} obtidos para os machos foram de aproximadamente 5,99 e 9,6 cm, respectivamente, enquanto o das fêmeas foi de aproximadamente 6,04 cm e 12,4 cm.

As constantes de crescimento relativo obtidas para machos ($b = 3,10148$; $r^2 = 0,998190$) e fêmeas ($b = 3,09636$; $r^2 = 0,998774$) são significativamente iguais entre si (teste $t = 0,1612$, $p < 0,005$). Logo, não há dimorfismo sexual quanto ao crescimento relativo, que é do tipo alométrico positivo, e a relação peso-comprimento de machos e fêmeas pode ser tratada com os sexos agrupados ($b = 3,09414$; $r^2 = 0,998654$).

Os valores médios do fator de condição alométrico (K) mostram um incremento entre o período de julho a novembro, para os machos, e de julho a outubro, para as fêmeas, período após o qual esses valores decaem, tendo um novo incremento a partir de fevereiro (FIGURA 2.6 e ANEXO 2.6). As maiores diferenças entre os valores de K e K', o ΔK , foram registradas em fevereiro, para os machos, e em outubro, para as fêmeas.

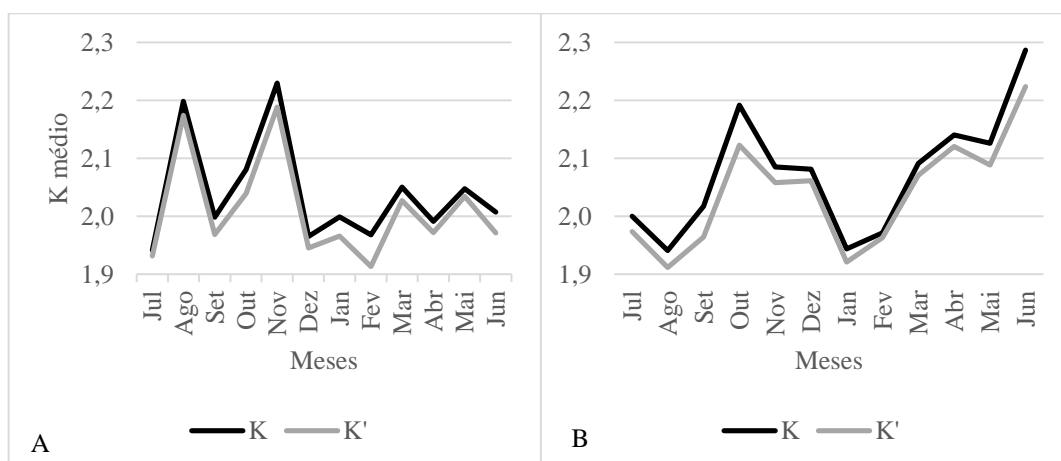


Figura 2.6. Variação dos valores do fator de condição alométrico (K) e somático (K') de machos (A) e fêmeas (B) de *Astyanax aff. fasciatus* para o rio São João.

A espécie apresentou gônadas saculiformes, posicionadas dorsalmente na cavidade geral do corpo, separadas entre si, porém, fusionadas em sua porção caudal, próximo ao poro genital. Com base nas aparências microscópicas foram estabelecidas escalas de maturidade gonadal para machos (TABELA 2.1) e fêmeas (TABELA 2.2).

Tabela 2.1. Escala de maturidade gonadal para machos de *Astyanax aff. fasciatus* do rio São João.

Estádio	Aparência microscópica
Imaturo	Camada germinativa espessa, com predominância absoluta de espermatogônias. Túbulos seminíferos pouco desenvolvidos e espermatozoides ausentes.
Início de maturação (FIGURA 2.7A)	Camada germinativa espessa, com muitas células em divisão. Túbulos seminíferos pouco a moderadamente desenvolvidos e apresentando espermatozoides.
Maturação (FIGURA 2.7B e 2.7C)	Camada germinativa com menor espessura do que a do estágio anterior, com grande quantidade de células em divisão. Túbulos seminíferos desenvolvidos, com espermatozoides em sua luz, algumas vezes, embebidos em secreção acidófila. Alguns túbulos seminíferos se anastomizam formando ductos espermáticos.
Maduro (FIGURA 2.7D)	Camada germinativa delgada, exibindo células em divisão. Túbulos seminíferos e ductos espermáticos muito desenvolvidos e completamente preenchidos por espermatozoides, os quais, muitas vezes, estão embebidos em secreção acidófila.
Semi-esgotado (FIGURA 2.7E)	Camada germinativa delgada, contendo ou não células em divisão. Túbulos seminíferos e ductos espermáticos ainda bem desenvolvidos, alguns contendo espermatozoides enquanto outros estão vazios.
Esgotado (FIGURA 2.7F)	Camada germinativa delgada, contendo ou não células em divisão. A maioria dos túbulos seminíferos e ductos espermáticos estão vazios, porém alguns ainda exibem espermatozoides.
Recuperação (FIGURA 2.7G)	Grande quantidade de células em divisão nas ainda estreitas camadas germinativas. Túbulos seminíferos reduzidos. Poucos lúmens exibem espermatozoides.

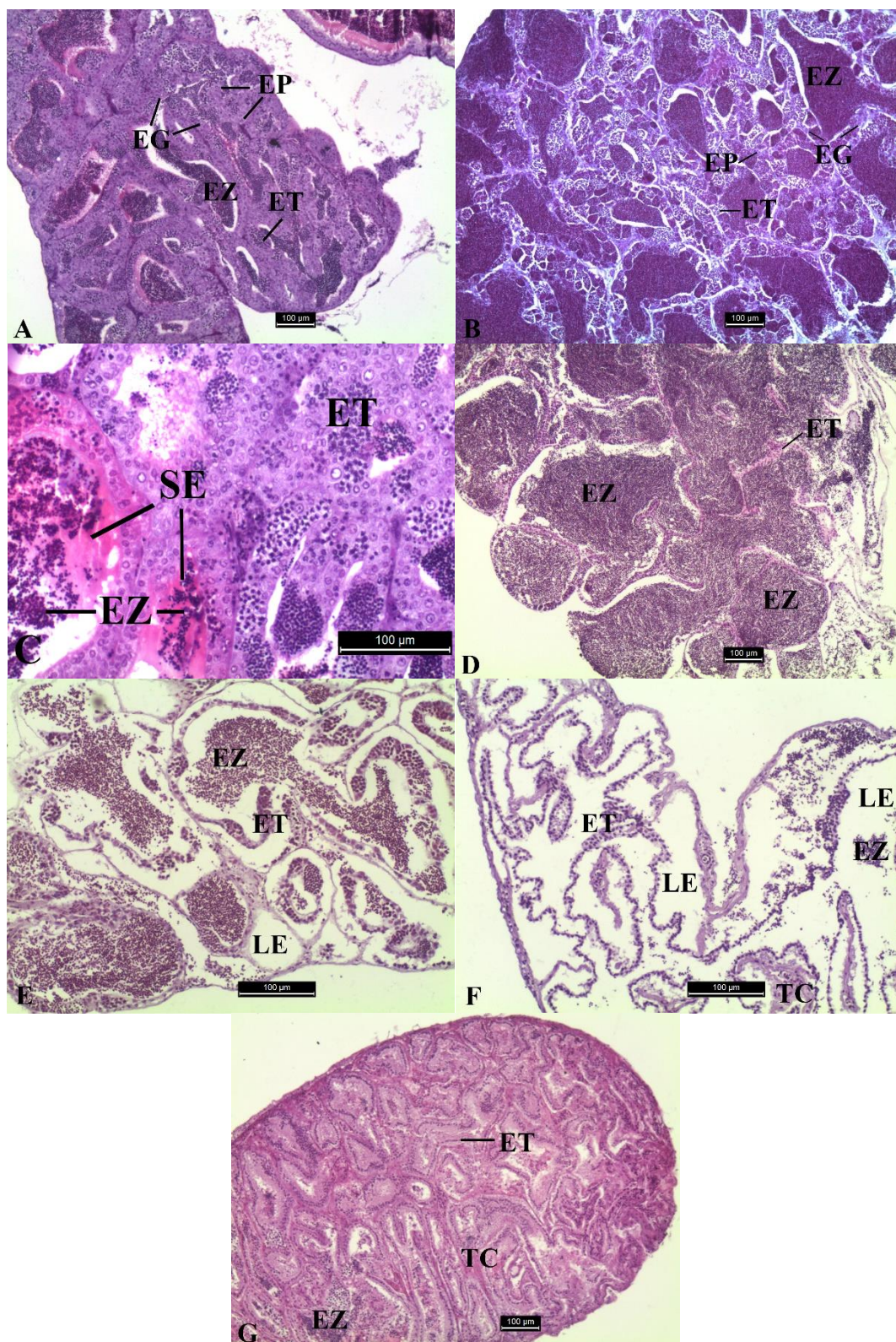
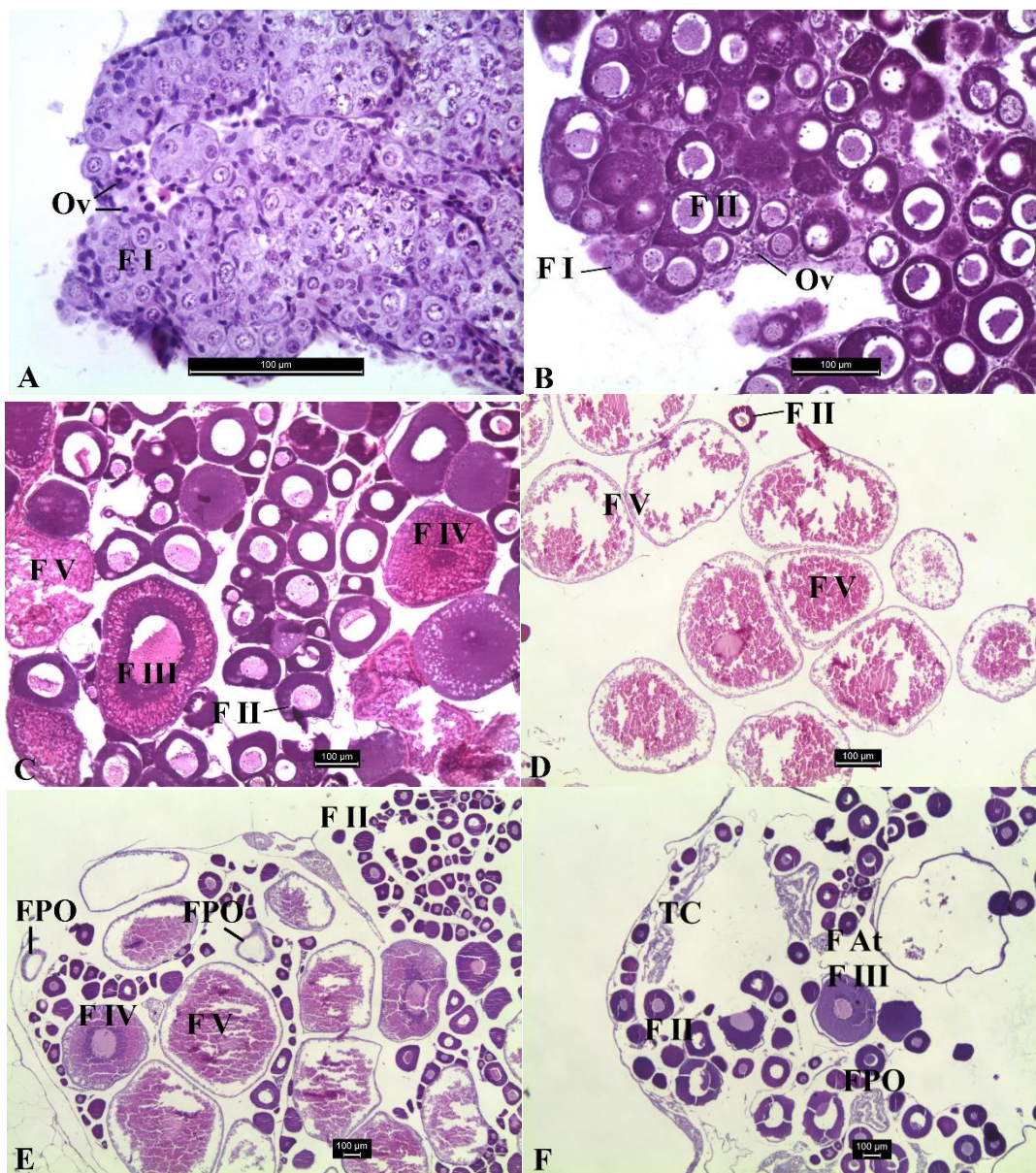


Figura 2.7. Aparência microscópica de testículo de *Astyanax aff. fasciatus* do rio São João em estágio de: início de maturação (A), maturação (B), detalhe de secreção acidófila embebendo espermatozoides (C), maduro (D), semi-esgotado (E), esgotado (F) e recuperação (G). (EG = Espermatogônia; EP = Espermatócito; ET = Espermátide; EZ = Espermatozoide; LU = Lúmen do túbulo seminífero; LE = Lúmen esgotado; AN = Anastomose; SE = secreção acidófila).

Tabela 2.2. Escala de maturidade gonadal para fêmeas de *Astyanax aff. fasciatus* do rio São João.

Estádio	Aparência microscópica
Imaturo (FIGURA 2.8A)	Possui apenas ovogônias (Fase I) e ovócitos em Fase I. Tecido organizado em lamelas ovígeras.
Início de maturação (FIGURA 2.8B)	Apresenta ovócitos em Fase I e II. Pode apresentar folículos com vesículas citoplasmáticas (Fase III).
Maturação (FIGURA 2.8C)	Grande quantidade de folículos Fase III, além de folículos com grânulos de vitelo (Fase IV) e completa (Fase V).
Maduro (FIGURA 2.8D)	Maioria dos folículos estão em Fase V. É possível observar folículos em Fase II, III.
Semi-desovado (FIGURA 2.8E)	Apresenta folículos pós-ovulatórios, além de folículos Fase V, II e III. Tecido apresenta pequeno grau de desorganização.
Desovado (FIGURA 2.8F)	Folículos pós-ovulatórios em processo de reabsorção (atresia). Apresenta folículos Fase II, III e V. Tecido desorganizado com penetração de tecido conjuntivo.
Recuperação (FIGURA 2.8G)	Maioria dos folículos são Fase II e III. Ainda é possível observar folículos pós-ovulatórios. Presença de tecido conjuntivo com porções ainda desorganizadas.



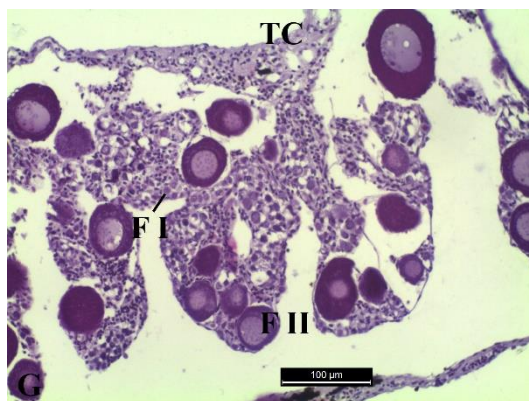


Figura 2.8. Aparência microscópica de ovário de *Astyanax aff. fasciatus* do rio São João em estágio: imaturo (A), início de maturação (B), maturação (C), maduro (D), semi-desovado (E), desovado (F) e recuperação (G). (Ov = Ovogônia; F I = Fase I; F II = Fase II; F III = Fase III; F IV = Fase IV; F V = Fase V; FPO = Folículo pós-ovulatório; F At = Folículo em atresia; TC = Tecido Conjuntivo).

Machos maduros representaram 23,5% e 28,6% da amostra, respectivamente, nas estações 2 e 3 (FIGURA 2.9 e ANEXO 2.7). Indivíduos esgotados ocorreram apenas nas estações 2 e 8, enquanto imaturos e semi-esgotados foram registrados apenas no trecho inferior do rio São João. De maneira geral, predominaram machos nos estádios de maturação (37,0%), início de maturação (24,4%) e recuperação (14,2%).

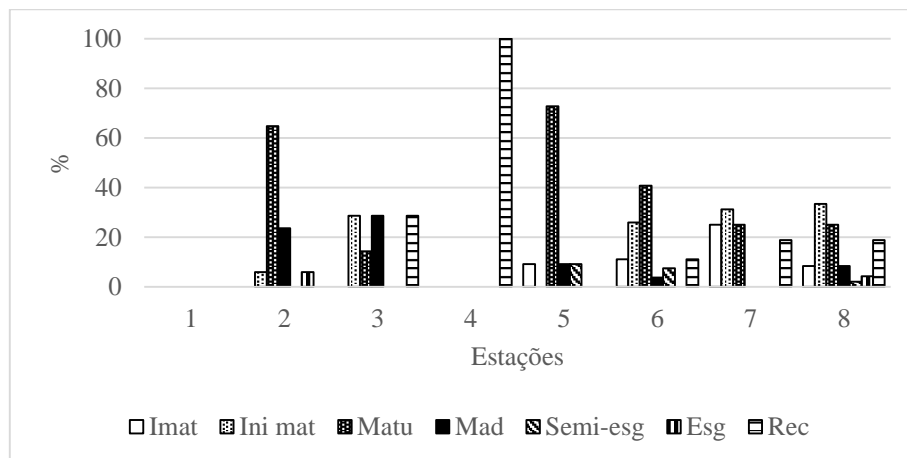


Figura 2.9. Frequência percentual, por estação amostral, para cada estágio de maturação gonadal de machos de *Astyanax aff. fasciatus* no rio São João. (Imat = imaturo; Ini mat = início de maturação; Matu = maturação; Mad = maduro; Semi-esg = semi-esgotado; Esg = esgotado; Rec = recuperação).

Na estação 2 foram registradas as maiores porcentagens de fêmeas maduras (12,3%) e semi-desovadas (10,5%), e junto com a estação 3, registraram as maiores porcentagens de fêmeas desovadas (3,5% e 4,0%, respectivamente) (FIGURA 2.10 e ANEXO 2.8). De maneira geral, predominaram fêmeas nos estádios de recuperação (52,8%), maturação (17,8%) e imaturo (13,3%).

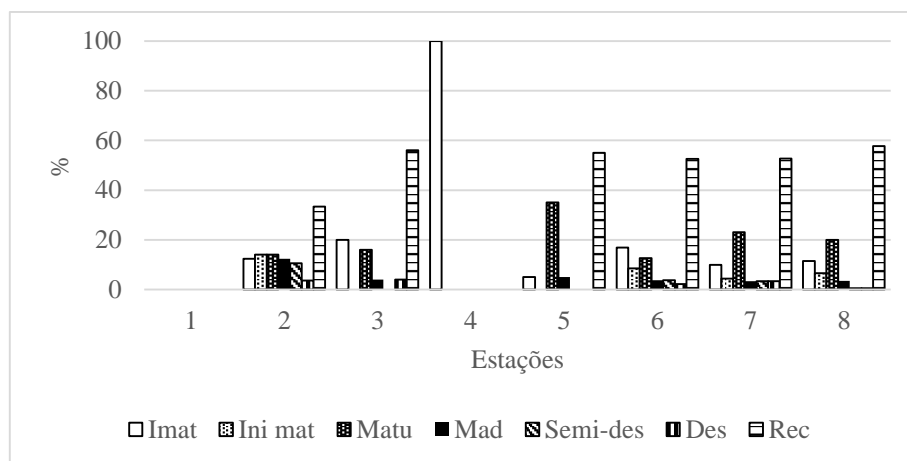


Figura 2.10. Frequência percentual, por estação amostral, para cada estágio de maturação gonadal de fêmeas de *Astyanax aff. fasciatus* no rio São João. (Imat = imaturo; Ini mat = início de maturação; Matu = maturação; Mad = maduro; Semi-des = semi-desovado; Des = desovado; Rec = recuperação).

Foram registrados machos maduros (9,4%) de setembro a abril e semi-esgotados (3,1%) e esgotados (2,4%), de janeiro a junho (FIGURA 2.11 e ANEXO 2.9). Na maioria dos bimestres predominaram indivíduos em estágio de recuperação.

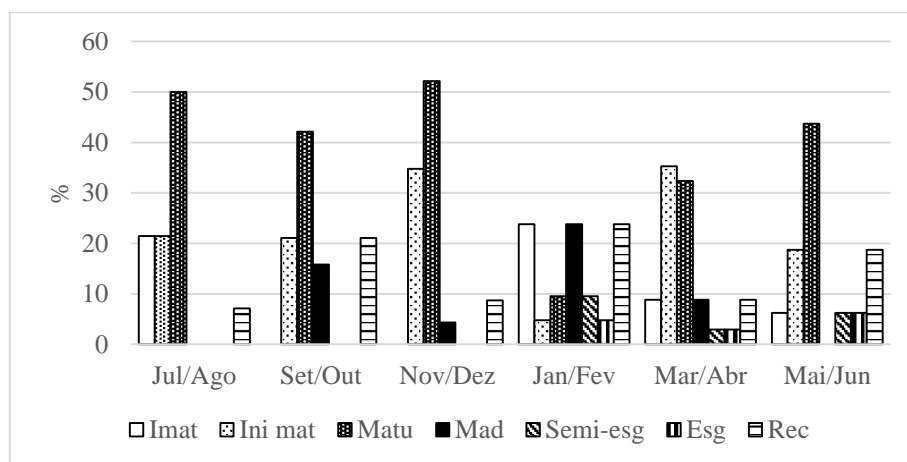


Figura 2.11. Frequências percentual dos estágios de maturidade gonadal de machos de *Astyanax aff. fasciatus* por bimestre para o rio São João. (Imat = imaturo; Ini mat = início de maturação; Matu = maturação; Mad = maduro; Semi-esg = semi-esgotado; Esg = esgotado; Rec = recuperação).

Fêmeas maduras (4,4%) ocorreram em todos os bimestres, enquanto desovadas (1,9%) ocorreram de novembro a fevereiro e em maio/junho, e semi-desovadas (2,9%) ocorreram de março a junho. Indivíduos em recuperação predominaram durante todo o período, exceto no bimestre novembro/dezembro, quando predominaram fêmeas em maturação (FIGURA 2.12 e ANEXO 2.10).

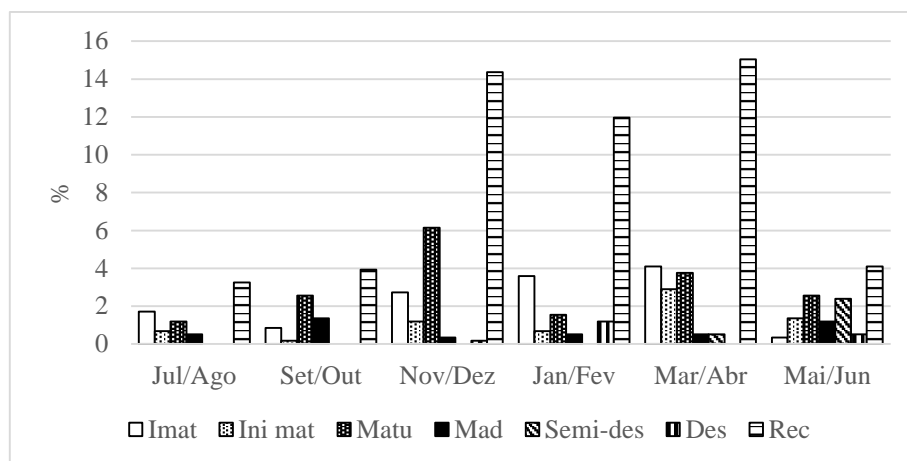


Figura 2.12. Frequência percentual dos estádios de maturidade gonadal de fêmeas de *Astyanax aff. fasciatus*, por bimestre, para o rio São João. (Imat = imaturo; Ini mat = início de maturação; Matu = maturação; Mad = maduro; Semi-des = semi-desovado; Des = desovado; Rec = recuperação).

Os valores de RGS (FIGURA 2.13) variaram de 0,0004 a 9,8901% para os machos e de 0,0001 a 21,9424% para as fêmeas. Não foi observada constância nos valores de RGS ao longo dos meses.

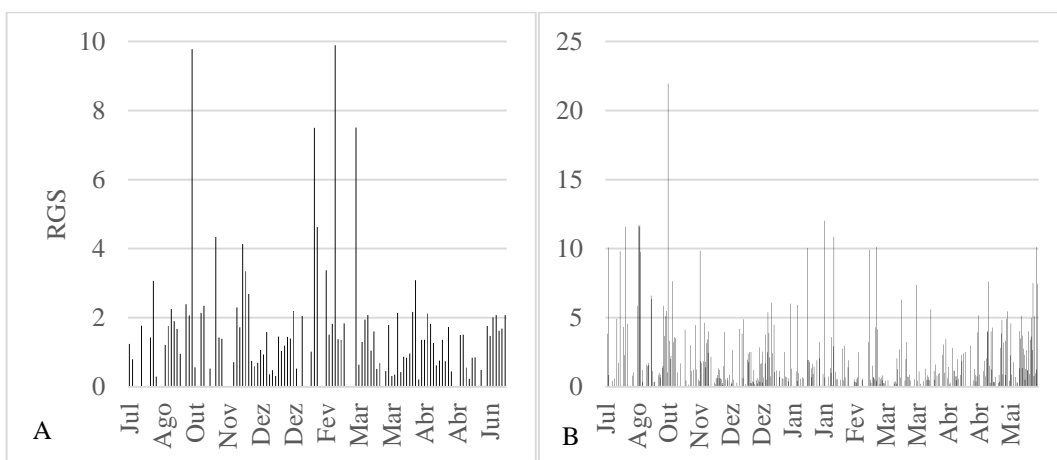


Figura 2.13. Distribuição dos valores individuais de RGS de machos (A) e fêmeas (B) de *Astyanax aff. fasciatus*, por mês, para o rio São João.

A fecundidade absoluta de *A. aff. fasciatus* variou de 1.279 a 43.992 ovócitos com diâmetro superior a 300 micrômetro, ou seja, aquele posterior à moda dos folículos de estoque. A distribuição das frequências dos diâmetros dos ovócitos (FIGURA 2.14 e ANEXO 2.11) sugere que o desenvolvimento dos ovócitos seja sincrônico com mais de dois lotes, e a ocorrência conjunta de folículos em vitelogênese e folículos pós-ovulatórios completa sugerem que desova da espécie seja do tipo parcelada.

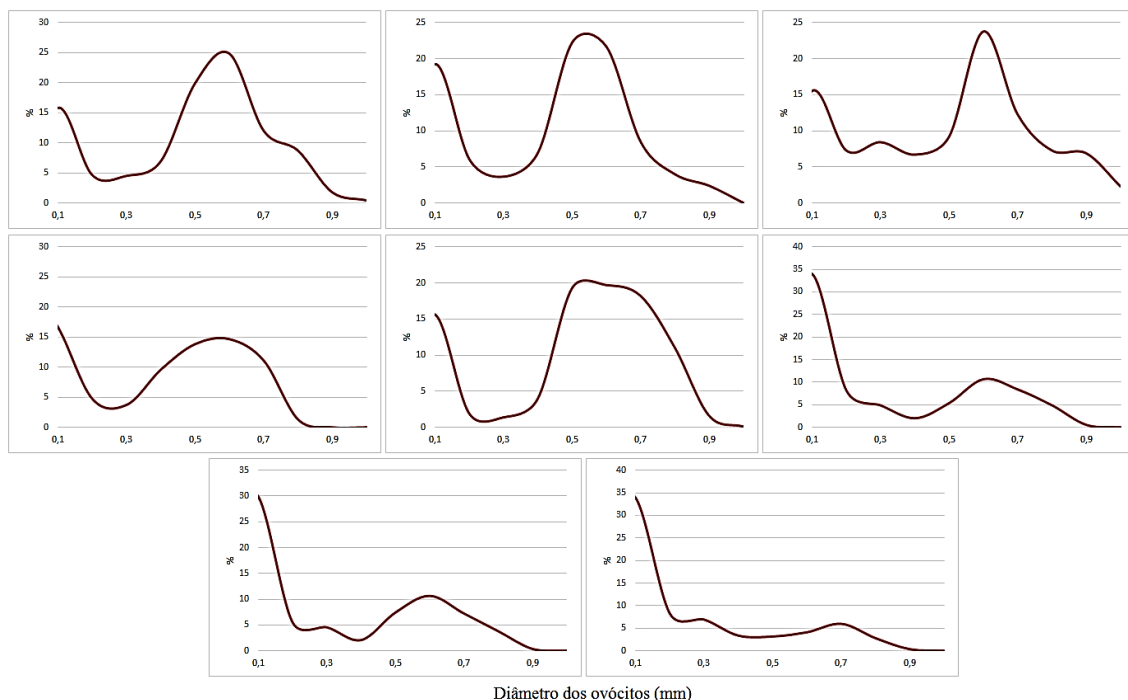


Figura 2.14. Distribuição das frequências relativas dos diâmetros dos ovócitos de oito exemplares de *Astyanax aff. fasciatus* do rio São João.

Quanto a atividade reprodutiva de machos e fêmeas (FIGURA 2.15A e ANEXO 2.12), apenas na estação 2 ambos os sexos exibiram atividade reprodutiva intensa. Embora na estação 8 os machos tenham exibido IAR intenso (IAR = 14,4), o das fêmeas foi moderado (IAR= 5,9). As fêmeas exibiram IAR muito alto em setembro/outubro e maio/junho, enquanto machos o foram em janeiro/fevereiro (FIGURA 2.15B e ANEXO 2.13).

A distribuição dos valores de IAR por bimestre se mostrou inconstante. Em setembro/outubro os valores de IAR de machos e fêmeas se mostraram relativamente elevados, porém isso se deu à presença de indivíduos maduros na população, exclusivamente nas estações 2 e 8. Em novembro/dezembro, o IAR caiu devido a pequena quantidade de indivíduos maduros (3 indivíduos na estação 6) e desovados (1 indivíduo na estação 8) presentes na amostra. De janeiro a abril os valores de IAR variaram bastante. Dos 29 exemplares em atividade reprodutiva capturados nesse período, 12 o foram nas estações 2 e 3, estando estes em estágio gonadal desovado, semi-desovado e maduro. Os demais exemplares capturados nesse período pertenciam às estações 5 (3 exemplares), 6 (8), 7 (2) e 8 (4), onde haviam indivíduos maduros, semi-esgotados/semi-desovados e esgotados/desovados. E no bimestre de maio/junho, dos 26 exemplares em atividade reprodutiva, 19 estavam em estágio semi-esgotado/semi-desovado e esgotado/desovado, incluindo exemplares das estações 2 (5 exemplares) e 6, 7 e 8 (14 exemplares).

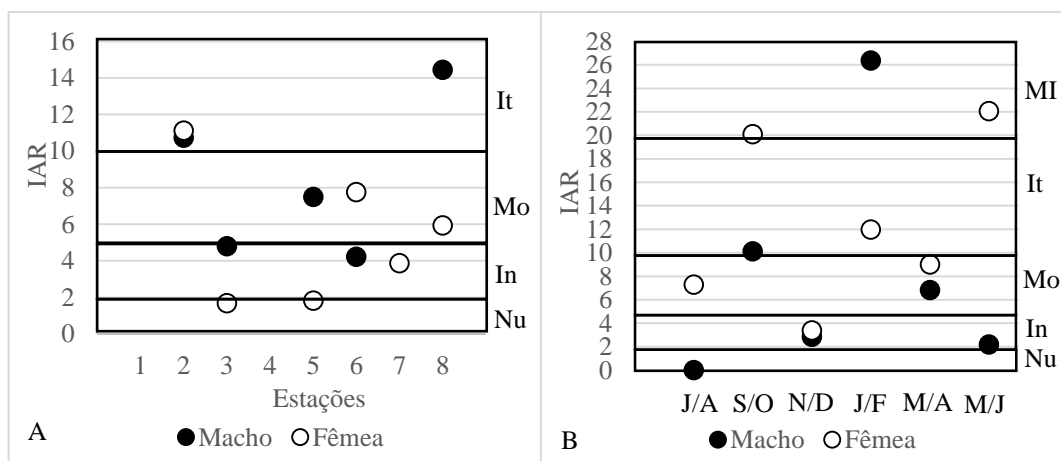


Figura 2.15. Índice de Atividade Reprodutiva (IAR) de machos e fêmeas de *Astyanax aff. fasciatus* por estação amostral (A) e por bimestre (B) no rio São João. (Nu = Nulo; In = Incipiente; Mo = Moderado; It = Intenso; MI = Muito Intenso).

2.5. DISCUSSÃO

Os valores de comprimento padrão obtidos nesta pesquisa estão de acordo com aqueles encontrados na literatura (ESTEVES, 1996; JAMETT; PEÑA; BOGANTES, 1997; CARVALHO *et al.*, 2009; HIRT; ARAYA; FLORES, 2011). Entretanto, o fato de outros autores, empregando redes com malhagens menores que a utilizada neste trabalho, apresentarem valores de comprimento padrão menores que aqueles observados nesta pesquisa suscita a possibilidade de seletividade no nosso método de captura. Dos 712 exemplares capturados, 307 foram coletados utilizando tarrafas, caniços e espinhéis, enquanto os demais foram utilizando redes de emalhe.

Analisando as proporções entre machos e fêmeas por classe de comprimento padrão, observamos que as fêmeas, geralmente, foram predominantes em relação aos machos. Quando os machos predominaram foi, geralmente, nas menores classes. Esse fato também foi observado por Gurgel (2004) e Silva *et al.* (2010) para *A. aff. fasciatus*.

A proporção sexual teórica clássica atribuída a peixes é de 50% para machos e 50% para fêmeas (NIKOLSKY, 1969). Para *A. aff. fasciatus* a literatura relata proporções de 1:1 (GURGEL, 2004; SILVA *et al.*, 2010), proporções superiores de machos em relação às fêmeas (JAMETT; PEÑA; BOGANTES, 1997) e proporções superiores de fêmeas em relação aos machos (CARVALHO *et al.*, 2009; MORAES; CORNÉLIO; BARBOLA, 2010; SILVA *et al.*, 2010).

A proporção sexual varia ao longo do ciclo de vida da espécie em função de eventos sucessivos que atuam de maneira distinta sobre os indivíduos de cada sexo e, entre os vários fatores que podem afetá-la nas diferentes fases de desenvolvimento, os mais importantes são a mortalidade, o crescimento e o comportamento diferencial durante eventos do ciclo de vida

(VAZZOLER, 1996). O suprimento alimentar também pode afetar essa proporção onde, segundo Nikolsky (1963), em represas e rios oligotróficos predominam machos, enquanto as fêmeas são predominantes quando o alimento é abundante. A seletividade dos aparelhos de pesca também pode afetar as proporções sexuais devido às diferenças existentes nas taxas de crescimento entre os sexos (LOPES; BENEDITO-CECILIO; AGOSTINHO, 2000; ABILHOA & AGOSTINHO, 2007), podendo ocorrer um predomínio de fêmeas nas maiores classes de comprimento, pois estas, geralmente, apresentam taxas de crescimento superiores às aquelas exibidas pelos machos e, conseqüentemente, atingem comprimentos superiores para uma mesma idade (VAZZOLER, 1996). Dessa forma, as fêmeas seriam mais suscetíveis à captura, devido ao seu maior tamanho, enquanto os machos, sendo menores, conseguiriam escapar (NIKOLSKY, 1969).

A seleção do hábitat pelos peixes pode variar com a idade, sexo, estágio reprodutivo, área geográfica e condições ambientais, e representa uma integração entre numerosos fatores ecológicos (ANGERMEIER & KARR, 1983). As maiores proporções de indivíduos de *A. aff. fasciatus* na bacia do rio São João foram registradas no período de novembro a abril, época em que a espécie realiza sua reprodução no rio Pitangui (MORAES; CORNÉLIO; BARBOLA, 2010), foz do rio São João. Assim, a maior abundância de indivíduos no rio São João nesse período pode estar relacionada à época reprodutiva desses animais, com as classes de comprimento padrão registradas condizentes com os comprimentos nos quais os indivíduos dessa espécie estão aptos à reprodução.

As maiores abundâncias de indivíduos jovens foram registradas nas estações 8, 6 e 7, respectivamente, no período de dezembro a março, coincidindo com as áreas e o período no qual foram registradas as maiores abundâncias de indivíduos adultos dessa espécie. Entretanto, o pequeno número de exemplares jovens capturados ao longo do período de coletas, resultado da seletividade dos apetrechos de pesca, prejudicou inferências sobre a segregação entre jovens e adultos para a bacia. Moraes; Cornélio; Barbola (2010), avaliando a biologia reprodutiva dessa espécie no rio Pitangui-Pr, observaram predomínio de jovens apenas nas áreas de alimentação, enquanto indivíduos adultos foram massivamente predominantes nas áreas reprodutivas.

Segundo Nikolsky (1969), o comprimento, mais que a idade, determina o início da maturação das gônadas. O comprimento da primeira maturação gonadal pode variar de uma localidade para outra e até entre áreas de um mesmo rio, pois este depende do modo como a espécie se utiliza dos recursos alimentares e da disponibilidade destes; este tamanho apresenta

variações intraespecíficas espaciais e temporais e em função das condições ambientais abióticas e bióticas na região estudada ou no período em que a população ficou submetida as mesmas (VAZZOLER, 1992; VAZZOLER *et al.*, 1997; ORSI; SHIBATTA; SILVA-SOUZA, 2002), constituindo uma das formas de determinar como as espécies exploram o ambiente e realizam o seu ciclo de vida (MORAES; CORNÉLIO; BARBOLA, 2010).

Neste estudo, machos atingiram tanto o L_{50} quanto o L_{100} com comprimentos padrão inferiores aos das fêmeas. Para essa espécie, esse fato também foi observado por Nomura (1975), onde o L_{50} de machos foi de 11,1 cm, e o de fêmeas foi de 11,9 cm; por Jamett; Peña; Bogantes (1997), onde o L_{50} dos machos foi de 7,1 cm e o das fêmeas de 7,6 cm; por Carvalho *et al.* (2009), onde o L_{50} dos machos foi de 6,4 cm e o de fêmeas de 6,5 cm; e por Moraes; Cornélio; Barbola (2010), onde o L_{50} de machos foi de 7,5 cm e o L_{100} em 12,5 cm, enquanto que para fêmeas o L_{50} foi de 11 cm e L_{100} de 13 cm.

O fato das fêmeas atingirem comprimentos de primeira maturação sexual em um comprimento superior ao dos machos é, provavelmente, uma estratégia reprodutiva da espécie, devendo representar uma vantagem para as fêmeas, pois estas poderiam produzir gônadas maiores e, conseqüentemente, maior número de ovócitos (VAZZOLER & MENEZES, 1992; VAZZOLER, 1996).

A determinação da relação peso total/comprimento padrão pode descrever características estruturais dos indivíduos de uma população de peixes (BENEDITO-CECÍLIO & AGOSTINHO, 1997), além de ser um parâmetro básico utilizado na determinação indireta do peso de um indivíduo através de seu comprimento e vice-versa, podendo indicar o fator de condição da espécie (LE CREN, 1951).

Machos e fêmeas de *A. aff. fasciatus* exibiram crescimento alométrico com tendência a alometria positiva. Para essa espécie, Jamett; Peña; Bogantes (1997) encontraram valores de parâmetro b de 3,081 para machos e de 3,434 para fêmeas; Carvalho *et al.* (2009) observaram valores de b de 2,23 para machos e de 3,02 para fêmeas, e argumentaram que o baixo valor encontrado para os machos resultou da seletividade do equipamento de pesca; e Silva *et al.* (2010) observaram, em três reservatórios no Alto rio Iguaçu, o crescimento de *A. fasciatus* variando de alométrico negativo ($b = 2,4$) a alométrico positivo ($b = 3,2$ e $3,3$); os autores argumentaram que tais diferenças estão relacionadas à idade dos reservatórios, de forma que, em reservatórios mais antigos o incremento em peso estaria associado ao longo período reprodutivo e a desova parcial, onde a espécie aloca energia para uma reprodução intermitente, pois há a presença de espécies especialistas nesse ambiente e os recursos são

limitados devido ao avançado estágio de sucessão do reservatório, enquanto que em reservatórios jovens o incremento em comprimento estaria relacionado ao período reprodutivo bem definido e a desova total, pois, como o processo de sucessão é ainda recente, existem poucas espécies especialistas e os recursos são abundantes.

A relação peso total/comprimento padrão em peixes pode ser afetada por vários fatores, incluindo a maturação gonadal, o sexo, a dieta, o grau de repleção do estômago, a saúde dos indivíduos, a sazonalidade e o habitat (PAULY, 1984; FROESE, 2006). Isso pode explicar as variações nos valores do parâmetro b encontradas na literatura e que diferem das encontradas neste trabalho.

O fator de condição é um indicador quantitativo do grau de “bem-estar” da espécie (AGOSTINHO; VERANI; HAHN, 1990), refletindo condições alimentares recentes e/ou gastos de reservas em atividades cíclicas (VAZZOLER, 1996). Analisando os valores de K e K' mensalmente, observamos quedas nos valores de K a partir de dezembro, para os machos, e de novembro, para as fêmeas, indicando o período de desova da espécie (GOULART & VERANI, 1992). Essas quedas coincidem com a época reprodutiva da espécie no rio Pitangui, além de coincidirem com o período de maior abundância de indivíduos dessa espécie na bacia do rio São João e, também, com a maior abundância de indivíduos em estágio gonadal de recuperação.

Isto indica que de julho à outubro alguns indivíduos de *A. aff.fasciatus* se alimentam e têm seu desenvolvimento gonadal na bacia do rio São João. A partir de novembro grande parte desses indivíduos migra para o rio Pitangui, juntando-se aos demais da sua espécie que adentraram esse rio, provindos do rio Tibagi (GEALH, 2010), buscando os trechos médio e alto do rio Pitangui para a reprodução (MORAES; CORNÉLIO; BARBOLA, 2010). Após a desova, muitos desses animais adentram a bacia do rio São João para alimentação, fato constatado pela grande abundância de indivíduos em estágio de recuperação, além de semi-esgotados/semi-desovados e esgotados/desovados no período de novembro a abril, os quais representaram 55,5% do total de indivíduos capturados para o período em questão nas estações 5, 6, 7 e 8, com 93,9% destes contendo alimento no estômago (Capítulo 4). Para os indivíduos que permaneceram no rio São João após o período reprodutivo, a reposição das reservas é indicada pelo incremento nos valores de K (AGOSTINHO; VERANI; HAHN, 1990), que ocorre de fevereiro a maio, para os machos, e de fevereiro a junho, para as fêmeas.

As características macroscópicas observadas nas gônadas de *A. aff.fasciatus* foram semelhantes àsquelas relatadas pela literatura para *Astyanax* (NOMURA, 1975; VEREGUE &

ORSI, 2003; MARTINS *et al.*, 2012). A utilização de escalas de maturidade de gônadas desempenha um importante papel na descrição das etapas do ciclo reprodutivo (VAZZOLER, 1996; VEREGUE & ORSI, 2003). A elaboração de uma escala baseada em critérios microscópicos corroborou para evitar erros na identificação dos estádios reprodutivos, os quais são favorecidos pelas reduzidas dimensões das gônadas ou inexperiência do observador. A correta identificação desses estádios é essencial para se compreender o uso que uma determinada espécie de teleósteo faz de uma área ou sistema, pois é a partir dessa identificação que se obtêm informações sobre a proporção de ocupação de jovens e adultos e sobre os processos de desenvolvimento reprodutivo que constituem o esforço de sobrevivência e perpetuação dessa população (VEREGUE & ORSI, 2003).

O estágio maduro foi caracterizado pela presença massiva de ovócitos V. Durante este estágio também foram observados ovócitos II e III, sugerindo a ocorrência de desova parcelada. São escassos os ovócitos na fase IV, o que sugere que a mesma é uma fase rápida (VAZZOLER, 1996).

Na análise microscópica dos testículos, foi observado anastomose de túbulos seminíferos, formando ductos seminíferos, em indivíduos nos estádios de desenvolvimento gonadal em maturação e maduro, o que caracteriza os testículos como sendo do tipo anastomosado tubular, uma plesiomorfia morfológica entre peixes ósseos (PARENTI & GRIER, 2004). Resultados semelhantes foram encontrados por Costa *et al.* (2009) para *A. altiparanae*, Veloso-Júnior *et al.* (2009) para *A. scabripinnis*, Martins *et al.* (2010) para os caracídeos capturados no reservatório de Ponto Colômbia-SP/MG e por Martins *et al.* (2012), analisando a biologia reprodutiva de *A. fasciatus* na bacia do rio São Francisco.

Nas fases de maturação e maduro vários exemplares exibiram uma secreção acidófila embebendo os espermatozoides presentes na luz dos túbulos seminíferos. Secreções seminais em peixes foram relatadas para espécies de águas temperadas (LAHNSTEINER, 2003), siluriformes (SANTOS *et al.*, 2001) e caracídeos (GONÇALVES; BAZZOLI; BRITO, 2006). Dentro do gênero *Astyanax*, essa secreção acidófila foi observada por Carvalho *et al.* (2009) para *A. fasciatus*, Costa *et al.* (2009) para *A. altiparanae* e Martins *et al.* (2012) para *A. fasciatus* e *A. bimaculatus*. Tal substância possui monossacarídeos, polissacarídeos, mucopolissacarídeos, enzimas, proteínas, lipídeos e hormônios e tem como funções a manutenção do pH nos túbulos seminíferos, sinalização sexual (feromônios) e um provável papel na fixação do ovo no substrato (LAHNSTEINER *et al.*, 1992; LAHNSTEINER; PATZNER; WEISMANN, 1994; LAHNSTEINER, 2003). Ainda, a presença dessa secreção

pode estar relacionada com fornecimento de energia aos espermatozoides (SANTOS *et al.*, 2001; GONÇALVES; BAZZOLI; BRITO, 2006).

O período reprodutivo de uma espécie de peixe é definido como aquele no qual se observa a maior frequência de indivíduos com gônadas em estágio maduro, seguido pelo período no qual há a maior frequência de indivíduos com gônadas em estágio esvaziado (VAZZOLER, 1996). Nas estações 2 e 3 foram capturados espécimes em estágio gonadal maduro e esvaziado. É provável que os indivíduos que migraram até essas estações não o fizeram apenas para alimentação ou abrigo, mas sim para reprodução, tendo em vista a grande distância dessas estações em relação a foz e o elevado valor de IAR registrado para machos e fêmeas na estação 2, sabendo que migrações ascendentes geralmente estão relacionadas com comportamentos reprodutivos (SIMABUKU, 2005). Embora esses indivíduos se reproduzam no rio São João, é provável que a população não se reproduza na bacia, uma vez que, de maneira geral, predominaram, em quase todos os bimestres, indivíduos em estágio de recuperação (45,8%) seguidos por indivíduos em estágio de maturação (21,2%), enquanto indivíduos maduros representaram apenas 5,3% da amostra total.

Nas demais estações (5, 6, 7 e 8), a presença de indivíduos maduros, semi-esgotados/semi-desovados e esgotados/desovados provavelmente está relacionada aos comportamentos de alimentação ou busca de abrigo durante ou após a migração reprodutiva em direção aos sítios de desova no rio Pitangui.

Análises de valores médios da relação gônada-somática podem mascarar o RGS individual dos exemplares, prejudicando a determinação do período reprodutivo da espécie (FÁVARO *et al.*, 2005). Assim, a distribuição gráfica dos valores individuais de RGS para os diferentes sexos ao longo do ano visa uma análise mais real e precisa.

O tipo de desova depende do tipo de desenvolvimento ovacitário (sincrônico total ou em grupos ou assincrônico) e da frequência de liberação dos ovócitos maduros em um período de reprodução (VAZZOLER, 1992). Vazzoler (1996) considera que o tipo de desenvolvimento sincrônico dos ovócitos pode ocorrer em um grupo, dois grupos ou mais. Assim, o tipo de desova é único quando há o sincronismo de apenas um grupo (semelparidade); total, quando ocorre o sincronismo de dois grupos; parcelada, quando há o sincronismo de mais de dois grupos; e intermitente, quando não existe sincronismo no desenvolvimento dos ovócitos.

A fecundidade de uma espécie constitui um parâmetro extremamente lábil, sendo muito influenciado por fatores intrínsecos (metabólicos) e extrínsecos (ambientais) e, assim,

variando acentuadamente entre populações distintas de uma mesma espécie e entre períodos de reprodução sucessivos (VAZZOLER & ROSSI-WONGTSCHOWSKI, 1976). Vazzoler & Menezes (1992) citam, para *A. fasciatus*, fecundidade variando de 600 a 10.000 ovócitos, com desova total. Hirt; Araya; Flores (2011) em um rio na Argentina, encontraram fecundidade média para *A. fasciatus* de 4.000 sendo a máxima de 9.300 ovócitos, com diâmetro máximo de 1.100 µm. Neste trabalho a fecundidade absoluta de *A. aff. fasciatus* variou de 1.279 a 43.992 ovócitos.

A análise histológica dos ovários mostrou a ocorrência de folículos pós-ovulatórios e folículos em vitelogênese de forma sincrônica o que, associado ao fato das frequências de distribuição dos diâmetros dos ovócitos terem apontado a ocorrência de 2 a 3 modas no desenvolvimento ovacitário da espécie, sugere que desova seja do tipo parcelada. Conforme Nikolsky (1963) em baixas latitudes, onde as condições ambientais são relativamente estáveis, não ocorrendo mudanças sazonais marcantes na composição e na abundância dos organismos planctônicos das quais as larvas de peixes dependem para se alimentar, a ictiofauna apresenta, de forma geral, períodos prolongados de reprodução e desova parcelada.

O longo período reprodutivo e a desova parcelada levam a considerar que estas sejam estratégias eficazes na produção da futura prole, pois aumentam as chances de perpetuação da espécie, a qual pode ser fortemente prejudicadas por perdas de ovos, larvas ou juvenis durante chuvas fortes e por predação (VEREGUE & ORSI, 2003; FERREIRA, 2007).

O Índice de Atividade reprodutiva, proposto por Agostinho *et al.* (1991), permite avaliar a atividade reprodutiva dos estratos que compõem a comunidade de peixes estudada, além de avaliar a intensidade reprodutiva dessa comunidade como um todo (VAZZOLER, 1996).

O IAR apontou atividade reprodutiva intensa na estação 2 tanto para machos quanto para fêmeas, e, na estação 3, atividade moderada para machos e nula para fêmeas, indicando que alguns indivíduos da população se reproduzem nessa bacia. Nas demais estações o IAR variou de incipiente a moderado, sendo intenso para os machos na estação 8, provavelmente por haverem indivíduos em migração reprodutiva pelo rio Pitangui que adentraram essa estação buscando alimento ou abrigo, antes ou depois da desova.

Os resultados de IAR associados aos de fator de condição, da distribuição das frequências dos estádios reprodutivos por estação amostral e por bimestre e da distribuição dos valores individuais de RGS indicam que a população de *A. aff. fasciatus* utiliza trechos do rio São João de forma distinta, com o trecho inferior (estações 6, 7 e 8) sendo utilizado

principalmente para alimentação e abrigo, enquanto o trecho superior(estação 2) contempla uma área reprodutiva.

2.6. REFERÊNCIAS

ABELHA, M. C. F.; GOULART, E. V. Population structure, condition factor and reproductive period of *Astyanax paranae* (Eigenmann, 1914) (Osteichthyes: Characidae) in a small and old Brazilian reservoir. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 51, n. 3, p. 503-512, 2008.

ABILHOA, V.; AGOSTINHO, A. A. Aspectos biológicos de duas espécies de *Astyanax* (Teleostei, Characidae) em lagoas marginais do alto rio Iguaçu, Paraná, Brasil. **Estudos de Biologia**, v. 29, n. 66, p. 23-32, 2007.

AGOSTINHO, A. A.; VERANI, J. R.; HAHN, N. S. Variação do fator de condição e do índice hepatossômico e suas relações com o ciclo reprodutivo em *Rhinelepis aspera* (Agassiz, 1829) (Osteichthyes, Loricariidae) no rio Paranapanema, Porecatu, Pr. **Ciência e Cultura**, v. 42, n. 9, p. 711-714, 1990.

AGOSTINHO, A. A.; SUZUKI, H. I.; SAMPAIO, A. A.; BORGES, J. D. Índice de atividade reprodutiva: uma proposta para avaliação da atividade reprodutiva em peixes. *In: Encontro Brasileiro de Ictiologia*, 9, Maringá-Pr, 1991. Resumos... Maringá: SBI, 1991.

ANGERMEIER, P. L.; KARR, J. R. Fish communities along environmental gradients in a system of tropical streams. **Environmental Biology of Fishes**, v. 9, n. 2, p. 117-135, 1983.

ARTONI, R. F.; SHIBATTA, O. A.; GROSS, M. C.; SCHNEIDER, C. H.; ALMEIDA, M. C.; VICARI, M. R.; BERTOLLO, L. A. C. *Astyanax aff. fasciatus* Cuvier, 1819 (Teleostei; Characidae): evidences of a species complex in the upper rio Tibagi basin (Paraná, Brazil). **Neotropical Ichthyology**, v. 4, n. 2, p. 197-202, 2006.

ARTONI, R. F.; VICARI, M. R.; ALMEIDA, M. C.; MOREIRA-FILHO, O.; BERTOLLO, L. A. C. Karyotype diversity and fish conservation of Southern field from South Brazil. **Reviews in Fish Biology and Fisheries**, v. 19, p. 393-401, 2009.

BARBIERI, G.; SANTOS, M. V. R.; SANTOS, J. M. Época de reprodução e relação peso/comprimento de duas espécies de *Astyanax* (Pisces, Characidae). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 17, n. 7, p. 1057-1065, 1982.

BENEDITO-CECÍLIO, E; AGOSTINHO, A. A. Estrutura das populações de peixes do reservatório de Segredo. *In: AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L. C. (eds.). Reservatório de Segredo: bases ecológicas para o manejo*. Maringá: EDUEM, 1997.

BENNEMANN, S. T.; GEALH, A. M.; ORSI, M. L.; SOUZA, L. M. de. Ocorrência e ecologia trófica de quatro espécies de *Astyanax* (Characidae) em diferentes rios da bacia do rio Tibagi, Paraná, Brasil. **Iheringia, Série Zoologia**, v. 95, n. 3, p. 247-254, 2005.

BRAGA, F. M. S. Reprodução de peixes (Osteichthyes) em afluentes do reservatório de Volta Grande, Rio Grande, sudeste do Brasil. **Iheringia, Série Zoologia**, v. 91, p. 67-74, 2001.

CARVALHO, P. A.; PASCHOALINI, A. L.; SANTOS, G. B.; RIZZO, E.; BAZZOLI, N. Reproductive biology of *Astyanax fasciatus* (Pisces: Characiformes) in a reservoir in southeastern Brazil. **Journal of Applied Ichthyology**, v. 25, p. 306-313, 2009.

COSTA, F. G.; ADOLFI, M. C.; ANDRADE, C. G. T. J.; BORELLA, M. I. Changes of the testis of *Astyanax altiparanae* during the reproductive cycle. A structural and ultra-structural study. **Proceedings of XXII Congress of Brazilian Society of Microscopy and Microanalysis**: B02552, 2009.

ESTEVES, K. E. Feeding ecology of three *Astyanax* species (Characidae, Tetragonopterinae) from a floodplain lake of Mogi-Guaçu River, Paraná River Basin, Brazil. **Environmental Biology of Fishes**, v. 46, n. 1, p. 83-101, 1996.

FÁVARO, L. F.; FREHSE, F. A.; OLIVEIRA, R. N.; SCHWARZ JR., R. Reprodução do bagre amarelo, *Cathorops spixii* (Agassiz) (Siluriformes, Ariidae), da Bacia de Pinheiros, região estuarina do litoral do Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 22, n. 4, p. 1022-1029, 2005.

FERREIRA, K. Biology and ecomorphology of stream fishes from the rio Mogi-Guaçu basin, Southern Brazil. **Neotropical Ichthyology**, v. 5, n. 3, p. 311-326, 2007.

FERREIRA-NETO, M.; ARTONI, R.; VICARI, M. R.; MOREIRA-FILHO, O.; CAMACHO, J. P. M.; BAKKALI, M.; OLIVEIRA, C.; FORESTI, F. Three sympatric karyomorphs in the fish *Astyanax fasciatus* (Teleostei, Characidae) do not seem to hybridize in natural populations. **Comparative Cytogenetics**, v. 6, n. 1, p. 29-40, 2012.

FROESE, R. Cube law, condition factor and weight-length relationships: History, meta-analysis and recommendation. **Journal of Applied Ichthyology**, n. 22, p. 241-253, 2006.

GEALH, A. M. Ictiofauna dos rios Fortaleza, Iapó, alto e médio Tibagi. In: MELO, M. S.; MORO, R. S.; GUIMARÃES, G. B. (eds.). **Patrimônio Natural dos Campos Gerais**. Ponta Grossa: Editora UEPG, 2007.

GEALH, A. M. Conhecendo os peixes do rio Pitangui. In: GEALH, A. M.; MELO, M. S.; MORO, R. S. (eds.). **Pitangui, rio de contrastes**: seus lugares, seus peixes, sua gente. Ponta Grossa: Editora UEPG, 2010.

GODOY, M. P. **Peixes do Estado de Santa Catarina**. Florianópolis: Editora da UFSC, 1992.

GONÇALVES, T. L.; BAZZOLI, N.; BRITO, M. F. G. Gametogenesis and reproduction of the matrinxã *Brycon orthotaenia* (Günther, 1864) (Pisces: Characidae) in the São Francisco river, Minas Gerais, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 66, n. 2, p. 513-522, 2006.

GOULART, E.; VERANI, J. R. Proporção sexual, relação peso/comprimento e fator de condição de *Hypostomus commersonii* Valenciennes, 1840 (Osteichthyes Loricariidae) da represa Capivari-cachoeira, Paraná, Brasil. **Revista UNIMAR**, v. 14, p. 19-33, 1992.

GUBIANI, E. A.; GOMES, L. C.; AGOSTINHO, A. A. Length-length and length-weight relationships for 48 fish species from reservoirs of the Paraná State, Brazil. **Lakes & Reservoirs: Research and Management**, v. 14, p. 289-299, 2009.

GUIMARÃES, G. B.; GODOY, L. C.; MELO, M. S.; FLÜGEL FILHO, J. C. A. Geodiversidade da bacia do rio São João, Carambeí (Pr). In: GEALH, A. M. (coord.). **Diagnóstico ambiental e conservação na bacia do rio São João – Carambeí – Pr**. Universidade Estadual de Ponta Grossa, 2011.

GURGEL, H. C. B. Estrutura populacional e época de reprodução de *Astyanax fasciatus* (Cuvier) (Characidae, Tetragonopterinae) do rio Ceará Mirim, Poço Branco, Rio Grande do Norte, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 2, n. 1, p. 131-135, 2004.

HIRT, L. M.; ARAYA, P. R.; FLORES, S. A. Population structure, reproductive biology and feeding of *Astyanax fasciatus* (Cuvier, 1819) in an Upper Paraná River tributary, Misiones, Argentina. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 23, n. 1, p. 1-12, 2011.

JAMETT, M. M.; PEÑA, J. C.; BOGANTES, W. A. Crecimiento y maduración sexual de *Astyanax fasciatus* (Pisces: Characidae) en el embalse Arenal, Guanacaste, Costa Rica. **Revista de Biología Tropical**, v. 45, n. 2, p. 855-859, 1997.

LAHNSTEINER, F.; SEIWALD, M.; PATZNER, R. A.; FERRERO, E. A. The seminal vesicles of the male grass goby, *Zosterisessor ophiocephalus* (Teleostei, Gobiidae). Fine structure and histochemistry. **Zoomorphology**, v. 111, p. 239-248, 1992.

LAHNSTEINER, F.; PATZNER, R. A.; WEISMANN, T. The testicular main ducts and spermatic ducts in cyprinid fishes. I. Morphology, fine structure and histochemistry. **Journal of Fish Biology**, v. 44, p. 937-951, 1994.

LAHNSTEINER, F. Morphology, fine structure, biochemistry, and function of the spermatic ducts in marine fish. **Tissue & Cell**, v. 35, p. 363-373, 2003.

LE CREN, E. D. The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the perch (*Perca fluviatilis*). **Journal of Animal Ecology**, v. 20, n. 2, p. 201-219, 1951.

LIMA, F. C. T.; MALABARBA, L. R.; BUCKUP, P. A.; SILVA, J. F. P.; VARI, R. P.; HAROLD, A.; BENINE, R.; OYAKAWA, O. T.; PAVANELLI, C. S.; MENEZES, N. A.; LUCENA, C. A. S.; REIS, R. E.; LANGEANI, F.; CASATTI, L.; BERTACO, V. A.; MOREIRA, C.; LUCINDA, P. H. F. Genera *Incertae Sedis* in Characidae. In: REIS, R. E.; KULLANDER, S. O.; FERRARIS JR., C. J. (eds.). **Check list of the freshwater fishes of South and Central America**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2003.

LOPES, C. A.; BENEDITO-CECILIO, E.; AGOSTINHO, A. A. The reproductive strategy of *Leporinus friderici* (Characiformes, Anastomidae) in the Paraná River basin: the effect of reservoirs. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 60, n. 2, p. 255-266, 2000.

MARTINS, Y. S.; MOURA, D. F.; SANTOS, G. B.; RIZZO, E.; BAZZOLI, N. Comparative folliculogenesis and spermatogenesis of four teleost fish from a reservoir in South-eastern Brazil. **Acta Zoologica**, v. 91, p. 466-473, 2010.

MARTINS, Y. S.; ARANTES, F. P.; SATO, Y.; SANTOS, J. E.; RIZZO, E.; BAZZOLI, N. Comparative analysis of gonadal morphology in six fish species of the *Incertae Sedis* genera in Characidae of occurrence in the São Francisco River Basin, Brazil. **Acta Zoologica**, v. 93, p. 48-56, 2012.

MATOSO, D. A.; MARTINS, C.; ARTONI, R. F.; GALETTI JR., P. M. Preliminary qualitative analysis of mtDNA in *Astyanax fasciatus* populations Cuvier, 1819 (Teleostei; Characidae) indicate population distinctiveness. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 53, n. 3, p. 663-667, 2010.

MELO, M. S.; MORO, R. S.; GUIMARÃES, G. B. (eds.). **Patrimônio Natural dos Campos Gerais do Paraná**. Ponta Grossa: Editora UEPG, 2007.

MINITAB INC. **Meet Minitab 16**. 2010.

MORAES, M. F. P. G.; CORNÉLIO, D.; BARBOLA, I. F. Aspectos da biologia reprodutiva dos peixes do rio Pitangui. In: GEALH, A. M.; MELO, M. S.; MORO, R. S. (eds.). **Pitangui, rio de contrastes: seus lugares, seus peixes, sua gente**. Ponta Grossa: Editora UEPG, 2010.

NIKOLSKY, G. V. **The ecology of fish**. London: Academic Press, 1963.

NIKOLSKY, G. V. **Fish population dynamics**. Edinburgh: Oliver and Boyd, 1969.

NOMURA, H. Fecundidade, maturação sexual e índice gônada-somático de lambaris do gênero *Astyanax* Baird & Girard (1854) (Osteichthyes, Characidae), relacionados com fatores ambientais. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 35, n. 4, p. 775-798, 1975.

ORSI, M. L.; SHIBATTA, O. A.; SILVA-SOUZA, A. T. Caracterização biológica de populações de peixes do rio Tibagi, localidade de Sertanópolis. In: MEDRI, M. E.; BIANCHINI, E.; SHIBATTA, O. A.; PIMENTA, J. A. (eds.). **A bacia do rio Tibagi**. Londrina: MOACYR EURIPEDES MEDRI, 2002.

PARENTI, L. R.; GRIER, H. J. Evolution and phylogeny of gonad morphology in bony fishes. **Integrative and Comparative Biology**, v. 44, p. 333-348, 2004.

PAULY, D. **Fish Population Dynamics in Tropical Waters: A Manual for Use with Programmable Calculators**. Manila: International Center for Living Aquatic Resources Management, 1984.

SANTOS, J. E.; BAZZOLI, N.; RIZZO, E.; SANTOS, G. B. Morphofunctional organization of the male reproductive system of the catfish *Iheringichthys labrosus* (Lütken, 1974) (Siluriformes: Pimelodidae). **Tissue & Cell**, v. 33, p. 533-540, 2001.

SHIBATTA, O. A.; ARTONI, R. F. Sobre a identidade das populações alopátricas de *Astyanax* (Characiformes, Characidae) das formações Furna 1 e Furna 2 do Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná, Brasil. **Publicatio UEPG: Ciências Biológicas e da Saúde**, v. 11, n. 2, p. 7-12, 2005.

SHIBATTA, O. A.; GEALH, A. M.; BENNEMANN, S. T. Ictiofauna dos trechos alto e médio da bacia do rio Tibagi, Paraná, Brasil. **Rev. Biota Neotropica**, v.7, n. 1, 2007.

SILVA, J. P. A.; MUELBERT, A. E.; OLIVEIRA, E. C.; FÁVARO, L. F. Reproductive tactics used by the lambari *Astyanax aff. fasciatus* in three water supply reservoirs in the same geographic region of the upper Iguaçu River. **Neotropical Ichthyology**, v. 8, n. 4, p. 885-892, 2010.

SIMABUKU, M. A. M. **Ecologia de peixes que ocupam diferentes habitats da planície de inundação do rio Mogi-Guaçu-SP**. Tese (doutorado). Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, 2005.

STURGES, H. A. The choice of a class interval. **Journal of the American Statistical Association**, v. 21, n. 153, p. 65-66, 1926.

SUZUKI, H. I.; AGOSTINHO, A. A. Reprodução de peixes do reservatório de Segredo. In: AGOSTINHO, A. A.; GOSMES, L. C. (eds.). **Reservatório de Segredo, bases ecológicas para o manejo**. Maringá: EDUEM, 1997.

VAZZOLER, A. E. A. M.; ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C. L. D. B. *Sardinella brasiliensis*: tipo de desova, fecundidade e potencial reprodutivo relativo. I. Área entre 23°40'S e 24°20'S, Brasil. **Boletim do Instituto Oceanográfico**, v. 25, p. 131-155, 1976.

VAZZOLER, A. E. A. M. **Manual de métodos para estudos biológicos de populações de peixes**: reprodução e crescimento. Brasília: CNPq. Programa Nacional de Zoologia, 1981.

VAZZOLER, A. E. A. M. Estado atual do conhecimento da ictiologia no Brasil: Reprodução de peixes. *In*: AGOSTINHO, A. A. & BENEDITO-CECÍLIO, E. (eds.). **Situação atual e perspectivas da ictiologia no Brasil**. Maringá: Editora da UEM, 1992.

VAZZOLER, A. E. A.; MENEZES, N. A. Síntese de conhecimentos sobre o comportamento reprodutivo dos Characiformes da América do Sul (Teleostei, Ostariophysi). **Revista Brasileira de Biologia**, v. 52, n. 4, p. 627-640, 1992.

VAZZOLER, A. E. A. M. **Biologia da reprodução de peixes teleósteos**: teoria e prática. Maringá: EDUEM, 1996.

VAZZOLER, A. E. A. M.; SUZUKI, H. I.; MARQUES, E. E.; LIZAMA, M. A. P. Primeira maturação gonadal, períodos e áreas de reprodução. *In*: VAZZOLER, A. E. A. M.; AGOSTINHO, A. A.; HAHN, N. S. (eds.). **A planície de inundação do alto rio Paraná**: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos. Maringá: EDUEM: Nupélia, 1997.

VELOSO-JÚNIOR, V. C.; GUIMARÃES-CRUZ, R. J.; BARROS, M. D. M.; BARATA, R. S. L.; SANTOS, J. E. Reproduction of the lambari *Astyanax scabripinnis* (Jenyns, 1842) (Pisces: Characidae) in a small stream in Southeastern Brazil. **Journal of Applied Ichthyology**, v. 25, p. 314-320, 2009.

VEREGUE, A. M. L.; ORSI, M. L. Biologia reprodutiva de *Astyanax scabripinnis paranae* (Eigenmann) (Osteichthyes, Characidae), do ribeirão das Marrecas, bacia do rio Tibagi, Paraná. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 20, n. 1, p. 97-105, 2003.

WOOTTON, R. J. Strategies and tactics in fish reproduction. *In*: POTTS, G. W.; WOOTTON, R. J. (eds.). **Fish reproduction**: strategies and tactics. London: Academic Press, 1984.

2.7. ANEXOS

Anexo 2.1. Frequência absoluta e percentual de machos e fêmeas de *Astyanax aff. fasciatus* por classe de comprimento padrão, com os valores de qui-quadrado, para o rio São João.

Classes	M	%	F	%	X ²
5,6 - 6,2	2	1,6	9	1,5	4.45*
6,3 - 6,9	13	10,2	43	7,4	16.07*
7,0 - 7,6	28	22,0	69	11,8	17.33*
7,7 - 8,3	32	25,2	80	13,7	20.57*
8,4 - 9,1	37	29,1	151	25,8	69.13*
9,2 - 9,8	9	7,1	132	22,6	107.30*
9,9 - 10,5	5	3,9	77	13,2	63.22*
10,6 - 11,2			18	3,1	18,00*
11,3 - 11,9			5	0,9	5,00*
12,0 - 12,7	1	0,8	1	0,2	0,00
Total	127		585		294.61*

* p < 0,05

Anexo 2.2. Frequência absoluta de machos e fêmeas de *Astyanax aff. fasciatus* por classe de comprimento padrão, com os valores de qui-quadrado, em cada bimestre no rio São João.

Classes	Jul/Ago			Set/Out			Nov/Dez			Jan/Fev			Mar/Abr			Mai/Jun		
	M	F	X ²	M	F	X ²	M	F	X ²	M	F	X ²	M	F	X ²	M	F	X ²
5,6-6,2							6	6,00*		1	1	0,00	1	2	0,33			
6,3-6,9	1	3	1,00	2	2,00		1	7	4,50*	5	14	4,26*	5	16	5,76*	1	1	0,00
7,0-7,6	3	6	1,00	6	7	0,08	1	6	3,57	6	21	8,33*	7	25	10,13*	5	4	0,11
7,7-8,3	5	11	2,25	5	3	0,50	3	8	2,27	3	19	11,64*	9	31	12,10*	6	9	0,60
8,4-9,1	2	9	4,45*	5	26	14,23*	14	41	13,25*	5	20	9,00*	9	37	17,04*	3	17	9,80*
9,2-9,8	2	9	4,45*	3	8	2,27	2	49	43,31*		22	22,00*	2	25	19,59*		19	19,00*
9,9-10,5	1	4	1,80	5	5,00*		1	19	16,20*	1	9	6,40*	1	20	17,19*	1	20	17,19*
10,6-11,2		1	1,00					8	8,00*		6	6,00*		1	1,00		2	2,00
11,3-11,9				1	1,00			1	1,00		2	2,00				1		1,00
12,0-12,7							1	1	0,00									
Total	14	43	14,75*	19	52	15,34*	23	146	89,52*	21	114	64,07*	34	157	79,21*	16	73	36,51*

*p < 0,05

Anexo 2.3. Frequências absoluta e percentual de machos e fêmeas de *Astyanaxaff.fasciatus* por estação amostral, com valores de qui-quadrado, para o rio São João.

Estação	Machos		Fêmeas		X ²
	n°	%	n°	%	
1					
2	17	23,0	57	77,0	21,62*
3	7	21,9	25	78,1	10,13*
4			1	100,0	1,00
5	12	37,5	20	62,5	2,00
6	27	12,4	190	87,6	122,44*
7	16	15,0	91	85,0	52,57*
8	48	19,3	201	80,7	118,73*
Total	127	17,8	585	82,2	294,61*

*p < 0,05

Anexo 2.4. Distribuição das frequências absoluta e percentual de jovens e adultos de *Astyanaxaff.fasciatus*, com os valores de qui-quadrado, por estação amostral no rio São João.

Estações	Jovem		Adulto		X ²
	N	%	N	%	
1					
2	7	9,5	67	90,5	48,65*
3	5	15,6	27	84,4	15,13*
4			1	100,0	1
5	2	6,3	30	93,8	24,50*
6	36	16,6	181	83,4	96,89*
7	13	12,1	94	87,9	61,32*
8	27	10,8	222	89,2	152,71*
	90	14,5	622	85,5	397,51*

* p < 0,05

Anexo 2.5. Distribuição das frequências absoluta e percentual de jovens e adultos de *Astyanaxaff.fasciatus*, com os valores de qui-quadrado, por bimestre para o rio São João.

Meses	Jovem		Adulto		X ²
	N	%	N	%	
Jul/Ago	13	22,8	44	77,2	16,86*
Set/Out	5	7,0	66	93,0	52,41*
Nov/Dez	16	9,0	153	91,0	111,06*
Jan/Fev	26	19,3	109	80,7	51,03*
Mar/Abr	27	14,1	164	85,9	98,27*
Mai/Jun	3	3,4	86	96,6	77,40*
	90	14,5	622	85,5	397,51*

* p < 0,05

Anexo 2.6. Valores médios de fator de condição (K) e fator de condição somático (K') de machos e fêmeas de *Astyanaxaff.fasciatus* para o rio São João.

Meses	Machos	K	K'	Fêmeas	K	K'
Julho	7	1,94	1,93	17	2,00	1,97
Agosto	7	2,20	2,17	26	1,94	1,91
Setembro	7	2,00	1,97	28	2,02	1,96
Outubro	12	2,08	2,04	24	2,19	2,12
Novembro	8	2,23	2,19	48	2,09	2,06
Dezembro	15	1,97	1,95	98	2,08	2,06
Janeiro	10	2,00	1,97	79	1,94	1,92
Fevereiro	11	1,97	1,91	35	1,97	1,96
Março	20	2,05	2,03	107	2,09	2,07
Abril	14	1,99	1,97	50	2,14	2,12
Mai	9	2,05	2,03	43	2,13	2,09
Junho	7	2,01	1,97	30	2,29	2,22

Anexo 2.7. Distribuição das frequências absolutas e percentual dos estádio de maturação gonadal de machos de *Astyanaxaff.fasciatus*, por estação amostral, no rio São João.

Estações	Imaturo		Início de maturação		Maturação		Maduro		Semi-esgotado		Esgotado		Recuperação	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
1														
2			1	5,9	11	64,7	4	23,5			1	5,9		
3			2	28,6	1	14,3	2	28,6					2	28,6
4													1	100,0
5	1	9,1			8	72,7	1	9,1	1	9,1				
6	3	11,1	7	25,9	11	40,7	1	3,7	2	7,4			3	11,1
7	4	25,0	5	31,3	4	25,0							3	18,8
8	4	8,3	16	33,3	12	25,0	4	8,3	1	2,1	2	4,2	9	18,8
Total	12	9,4	31	24,4	47	37,0	12	9,4	4	3,1	3	2,4	18	14,2

Anexo 2.8. Distribuição das frequências absolutas e percentual dos estádio de maturação gonadal de fêmeas de *Astyanaxaff.fasciatus*, por estação amostral, no rio São João.

Estações	Imaturo		Início de maturação		Maturação		Maduro		Semi-desovado		Desovado		Recuperação	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
1														
2	7	12,3	8	14,0	8	14,0	7	12,3	6	10,5	2	3,5	19	33,3
3	5	20,0			4	16,0	1	4,0			1	4,0	14	56,0
4	1	100,0												
5	1	5,0			7	35,0	1	5,0					11	55,0
6	32	16,8	16	8,4	24	12,6	7	3,7	7	3,7	4	2,1	100	52,6
7	9	9,9	4	4,4	21	23,1	3	3,3	3	3,3	3	3,3	48	52,7
8	23	11,4	13	6,5	40	19,9	7	3,5	1	0,5	1	0,5	116	57,7
Total	78	13,3	41	7,0	104	17,8	26	4,4	17	2,9	11	1,9	308	52,6

Anexo 2.9. Frequências absoluta e percentual dos estádios de maturidade gonadal de machos de *Astyanaxaff.fasciatus*, por bimestre, para o rio São João.

Meses	Imaturo		Início de Maturação		Maturação		Maduro		Semi- esgotado		Esgotado		Recuperação	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Jul/Ago	3	2,4	3	2,4	7	5,5							1	0,8
Set/Out			4	3,1	8	6,3	3	2,4					4	3,1
Nov/Dez			8	6,3	12	9,4	1	0,8					2	1,6
Jan/Fev	5	3,9	1	0,8	2	1,6	5	3,9	2	1,6	1	0,8	5	3,9
Mar/Abr	3	2,4	12	9,4	11	8,7	3	2,4	1	0,8	1	0,8	3	2,4
Mai/Jun	1	0,8	3	2,4	7	5,5			1	0,8	1	0,8	3	2,4

Anexo 2.10. Frequências absoluta e percentual dos estádios de maturidade gonadal de fêmeas de *Astyanaxaff.fasciatus*, por bimestre, para o rio São João.

Meses	Imaturo		Início de Maturação		Maturação		Maduro		Semi- desovado		Desovado		Recuperação	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Jul/Ago	10	1,7	4	0,7	7	1,2	3	0,5					19	3,2
Set/Out	5	0,9	1	0,2	15	2,6	8	1,4					23	3,9
Nov/Dez	16	2,7	7	1,2	36	6,2	2	0,3			1	0,2	84	14,4
Jan/Fev	21	3,6	4	0,7	9	1,5	3	0,5			7	1,2	70	12,0
Mar/Abr	24	4,1	17	2,9	22	3,8	3	0,5	3	0,5			88	15,0
Mai/Jun	2	0,3	8	1,4	15	2,6	7	1,2	14	2,4	3	0,5	24	4,1

Anexo 2.11. Comprimento padrão (cm), peso (g), RGS, fecundidade total (número de ovócitos nos ovários), ovócitos vitelogênicos e maduros (porcentagem de ovócitos com tamanho superior a 300 µm) e fecundidade absoluta (número de ovócitos maiores que 300 µm que seriam desovados) de *Astyanaxaff.fasciatus* no rio São João.

N.	Comprimento		RGS	Fecundidade Total	Ovócitos vitelogênicos e maduros (%)	Fecundidade Absoluta
	Padrão (cm)	Peso (g)				
1	9,9	27,68	6,142	3.553	36	1.279
2	7,2	9,20	5,870	3.863	143	5.524
3	7,9	8,81	10,443	3.695	272	10.050
4	8,5	15,16	10,884	4.441	333	14.789
5	10,5	41,69	0,072	3.763	526	19.792
6	11,8	59,41	10,301	6.258	703	43.992
7	10,1	34,39	5,234	4.005	436	17.460
8	10,1	29,43	5,674	2.767	401	11.094

Anexo 2.12. Índice de Atividade Reprodutiva (IAR) de machos e fêmeas de *Astyanax aff. fasciatus*, por estação amostral, no rio São João. (N = número de indivíduos; Ni = número de indivíduos em reprodução na amostra)

Estação	Machos				Fêmeas			
	N	Ni	IAR	Classificação	N	Ni	IAR	Classificação
2	17	5	10,7	Intensa	57	15	11,1	Intensa
3	7	2	4,8	Incipiente	25	2	1,7	Nula
4					1			
5	12	2	7,6	Moderada	20	1	1,8	Nula
6	27	3	4,2	Incipiente	190	18	7,7	Moderada
7	16				91	9	3,9	Incipiente
8	48	7	14,4	Intensa	201	9	5,9	Moderada

Anexo 2.13. Índice de Atividade Reprodutiva (IAR) de machos e fêmeas de *Astyanax aff. fasciatus*, por bimestre, no rio São João. (N = número de indivíduos; Ni = número de indivíduos em reprodução na amostra)

Bimestre	Machos				Fêmeas			
	N	Ni	IAR	Classificação	N	Ni	IAR	Classificação
Jul/Ago	14			Nulo	43	3	7,3	Moderado
Set/Out	19	3	10,1	Intenso	52	8	20,1	Intenso
Nov/Dez	23	1	2,8	Incipiente	146	3	3,4	Incipiente
Jan/Fev	21	8	26,4	Muito intenso	114	10	12,0	Intenso
Mar/Abr	34	5	6,8	Moderado	157	6	9,0	Moderado
Mai/Jun	16	2	2,2	Incipiente	73	24	22,1	Muito intenso

3.1. BIOLOGIA REPRODUTIVA DE *Astyanax aff. paranae* EIGENMANN, 1914 (TELEOSTEI: CHARACIDAE) EM UM AFLUENTE DO RIO TIBAGI, PARANÁ

3.2. INTRODUÇÃO

A reprodução representa um dos aspectos mais importantes no ciclo de vida de uma espécie e a manutenção de populações viáveis a cada geração depende do seu sucesso (VAZZOLER, 1996; SUZUKI & AGOSTINHO, 1997; BRAGA, 2001). As espécies devem exibir um conjunto de características que lhes permitam atingir o sucesso reprodutivo frente às diversas variações ambientais que as rodeiam. Tal conjunto é denominado estratégia reprodutiva, e cada uma das características que o compõe é denominada tática reprodutiva (WOOTTON, 1984). O indivíduo pode moldar algumas de suas táticas reprodutivas de acordo com suas predisposições genéticas em resposta às variáveis ambientais, fisiológicas, comportamentais e ecológicas (WOOTTON, 1984; LOWE-McCONNELL, 1999; WOOTTON, 1999; SILVA *et al.*, 2010) do meio que habita, para que sua estratégia seja bem sucedida, garantindo o sucesso da prole e a manutenção da espécie.

Astyanax aff. paranae Eigenmann (1914) ocorre no sudeste da América do Sul, (LIMA *et. al.*, 2003; BERTACO E LUCENA, 2006). É uma espécie considerada muito comum na bacia do alto rio Paraná, formando numerosas populações isoladas entre si em cabeceiras e riachos de pequeno porte (ARTONI & SHIBATTA, 1996; GARUTTI & BRITSKI, 2000, VILELLA; BECKER; HARTZ, 2002).

Na região dos Campos Gerais, trabalhos com essa espécie incluem citações em levantamentos ictiofaunísticos (GEALH, 2007; SHIBATTA; GEALH; BENNEMANN, 2007; GEALH, 2010), estrutura trófica (ABELHA *et al.*, 2006; GEALH, 2010) e aspectos reprodutivos (ABELHA & GOULART, 2008; GUBINI; GOMES; AGOSTINHO, 2009; MORAES; CORNÉLIO; BARBOLA, 2010), além de estudos genéticos (VICARI *et. al.*, 2008; ARTONI *et. al.*, 2009; KANTEK *et. al.*, 2009).

Este trabalho objetivou fornecer informações acerca da estrutura populacional e das estratégias reprodutivas adotadas por *A. aff. paranae* na bacia do rio São João, tendo como hipóteses que a espécie realiza desovas no período de maior pluviosidade e que tem preferência por ambientes de cabeceira para desova.

3.3. MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

A bacia do rio São João é afluente da margem direita do rio Pitangui, sendo este um dos afluentes da margem direita do rio Tibagi. Localizada na região dos Campos Gerais (MELO; MORO; GUIMARÃES, 2007), a bacia ocupa uma área com cerca de 145 Km², estendendo-se entre os municípios de Castro e Carambeí (FIGURA 3.1). Para o presente estudo foram demarcadas oito estações amostrais no rio São João e duas no rio Lajeado do Carambeí.

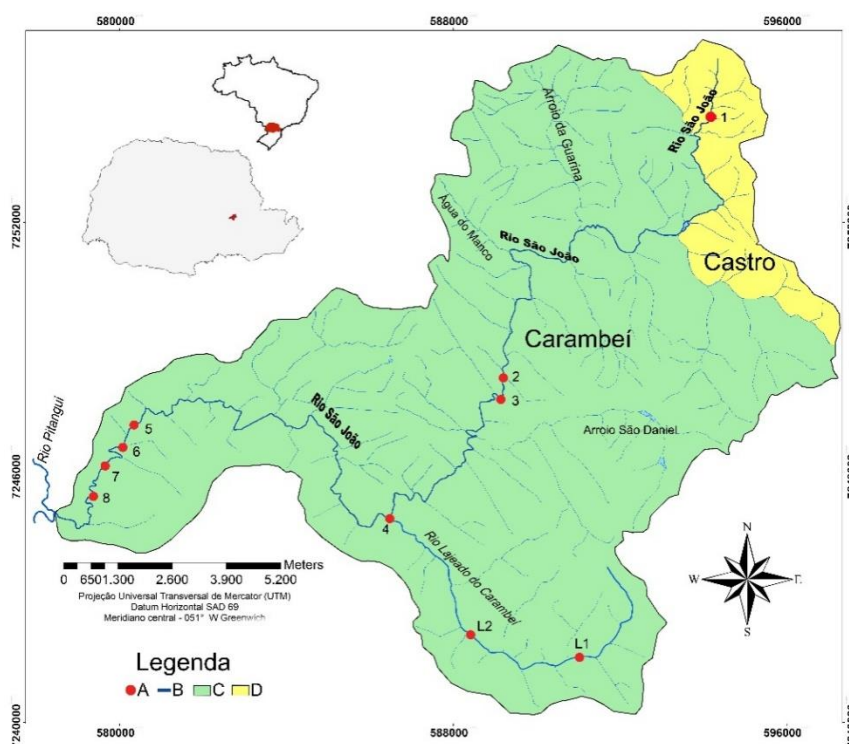


Figura 3.1. Bacia do rio São João. Modificado de GUIMARÃES *et al.* (2011). Legenda: A: estações amostrais; B: Hidrografia; C: Município de Carambeí; D: Município de Castro.

Coleta de Dados

As capturas foram realizadas mensalmente no período de julho de 2010 a junho de 2011. Foi aplicado esforço amostral padronizado de coletas de 24 horas com despescas a cada 12 horas, empregando redes de espera simples, tarrafa, caniço, espinhel, covos e puçás. Foram aferidos o comprimento padrão (cm), peso total (g), sexo, estágio de maturação gonadal e peso das gônadas (g). Exemplos testemunho foram depositados no Museu de Zoologia da Universidade Federal do Paraná.

Análise dos dados

Para a análise da estrutura populacional foram calculadas as frequências das classes de comprimento padrão, conforme Sturges (1926), individualmente para cada sexo, por estação

amostral e por bimestre. Diferenças nas proporções sexuais foram testadas através de teste de chi-quadrado (X^2) ($\alpha = 0,05$). Foram calculadas as proporções entre jovens e adultos por estação amostral e por bimestre. Diferenças foram testadas através de teste de chi-quadrado (X^2) ($\alpha = 0,05$). Análises bimestrais foram realizadas devido a pequena captura de indivíduos alcançada em alguns dos meses do período de coletas.

As análises de comprimento médio da primeira maturação gonadal (L_{50}) e o comprimento no qual todos os indivíduos estão aptos a reprodução (L_{100}), estimados conforme Vazzoler (1981), a relação peso total/comprimento padrão, obtida para cada sexo através do software Minitab 16 (MINITAB Inc., 2010), empregando o método dos mínimos quadrados interativos, com as variáveis das relações para cada sexo foram comparadas entre si através do teste t de Student, e o Fator de Condição Alométrico (K) e o Fator de Condição Somático (K'), calculados conforme Bagenal & Tesch (1978 *apud* ABELHA & GOULART, 2008) para cada sexo por bimestre, foram conduzidas considerando o agrupamento dos indivíduos capturados.

Os estádios de desenvolvimento gonadal foram obtidos a partir da análise das fases de desenvolvimento ovocitário e espermático, empregados na elaboração das escalas de maturidade gonadal modificada a partir de Vazzoler (1996). Posteriormente foram calculadas as frequências percentuais dos estádios de desenvolvimento gonadal de machos e fêmeas por estação amostral e por bimestre.

A Relação Gônada-somático (RGS) foi calculada para machos e para fêmeas, individualmente, conforme Vazzoler (1981), através da equação

$$RGS = \frac{W_g}{W_t} * 100$$

W_g = peso da gônada

W_t = peso do exemplar

Os valores obtidos para cada indivíduo foram lançados em um gráfico mensal (FÁVARO *et al.*, 2005).

Os valores médio de RGS de machos e fêmeas foram relacionados com as respectivas médias mensais de fator de condição (K) e fator de condição somático (K') para cada mês. Os valores médios de RGS foram ainda relacionados com os valores médios de temperatura e pluviosidade para o município de Carambeí-Pr, fornecidos pela Fundação ABC – Pesquisa e Desenvolvimento Agropecuário de Castro.

Para a análise de fecundidade e o tipo da desova foram dissociados os ovários de 8 exemplares da espécie e a análise procedeu conforme Vazzoler (1981 e 1996).

O Índice de Atividade Reprodutiva (IAR) foi estimado conforme Agostinho *et al.*, (1991) através da equação

$$IAR = \frac{\ln N_i \left(\frac{n_i}{\sum_{i=1}^n n_i} + \frac{n_i}{N_i} \right) \frac{RGS_i}{RGS_e}}{\ln N_m \left(\frac{n_m}{\sum n_i} + 1 \right)} 100$$

N_i = número de indivíduos na unidade amostral i ;

n_i = número de indivíduos “em reprodução”, na unidade amostral i ;

N_m = número de indivíduos na maior unidade amostral;

n_m = número de indivíduos “em reprodução” na unidade amostral com maior n ;

RGS_i = RGS média dos indivíduos “em reprodução” na unidade amostral i ;

RGS_e = maior valor individual de RGS;

RGS = peso das gônadas x 100 / peso total.

3.4. RESULTADOS

Foram capturados 293 exemplares de *Astyanax aff. paranae* ao longo do período de coletas. O comprimento padrão variou de 5,8 a 12,6 para os machos e de 5,7 a 13,0 para as fêmeas. No rio São João as fêmeas predominaram em todas as classes (FIGURA 3.2A e ANEXO 3.1), enquanto no rio Lajeado do Carambeí os machos predominaram nas duas primeiras classes, enquanto as fêmeas predominaram nas demais (FIGURA 3.2B e ANEXO 3.2).

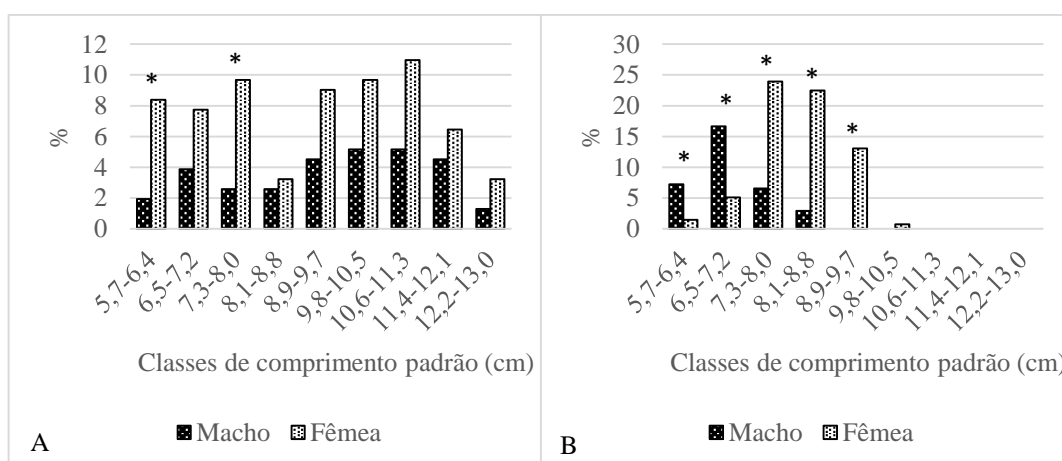


Figura 3.2. Composição das classes de comprimento padrão de machos e fêmeas de *Astyanax aff. paranae* para o rio São João (A) e para o rio Lajeado do Carambeí (B). (* diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os sexos).

Em relação a sazonalidade na distribuição dos indivíduos, as fêmeas predominaram em todos os bimestres (FIGURA 3.3 e ANEXO 3.3). Machos predominaram apenas nas classes 1 e 2, em julho/agosto, setembro/outubro e março/abril.

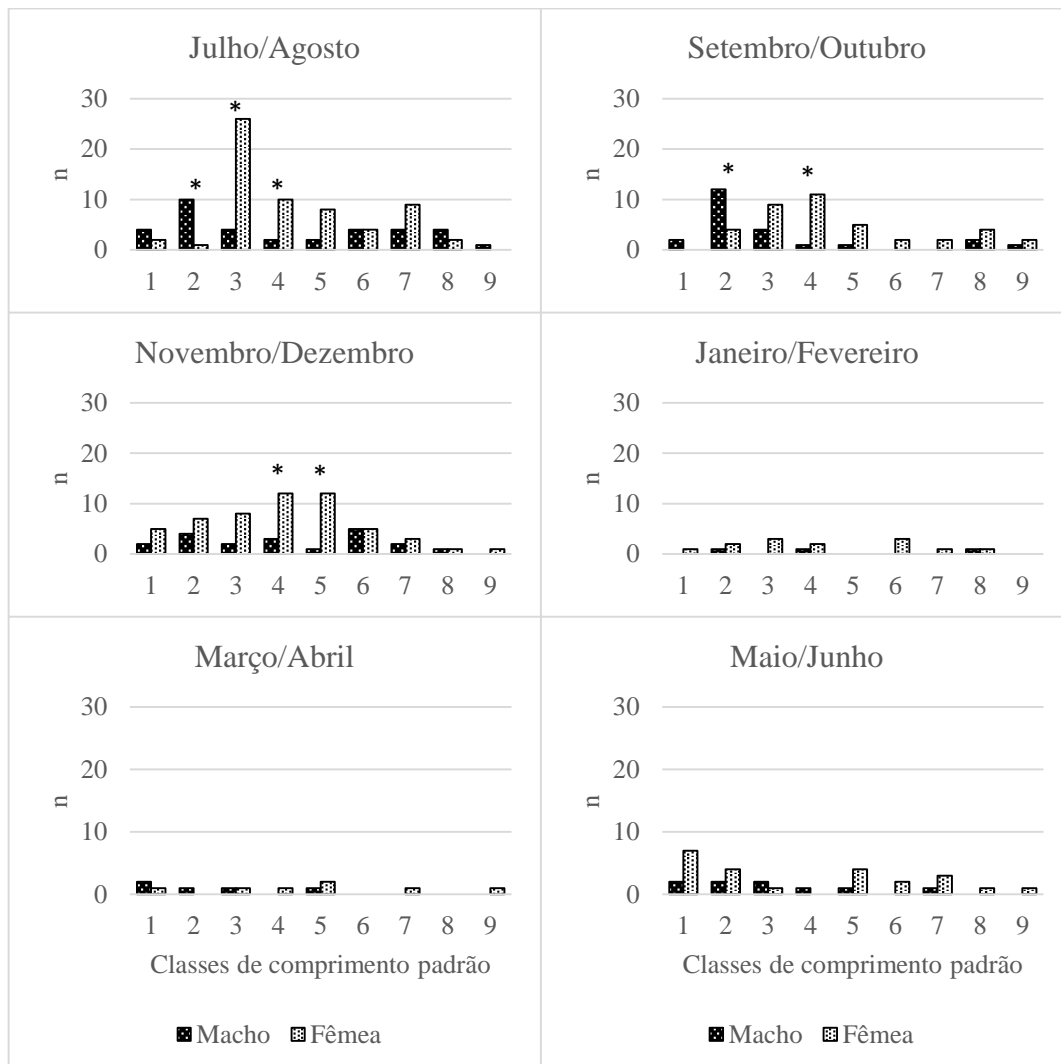


Figura 3.3. Composição das classes de comprimento padrão de machos e fêmeas de *Astyanax aff. paranae* por bimestre para a bacia do rio São João. (* diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os sexos).

A proporção sexual observada na bacia foi de 1:2,08 macho por fêmea. Fêmeas predominaram em todas as estações amostrais (FIGURA 3.4A e ANEXO 3.4) e em todos os bimestres (FIGURA 3.4B e ANEXO 3.3).

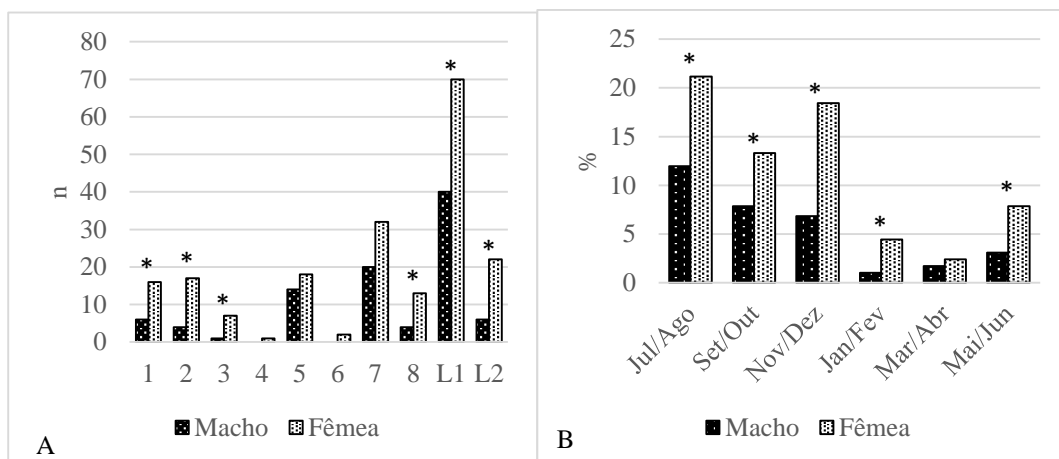


Figura 3.4. Proporção sexual de *Astyanax aff. paranae* por estação amostral (A) e por bimestre (B) na bacia do rio São João. (* diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os sexos).

Foram registrados apenas 9 indivíduos jovens ao longo do período de coletas, constituindo 3,1% da amostra total. Adultos foram significativamente predominantes em todas as estações, exceto na 4, onde foi registrado apenas um exemplar adulto, e na 6, onde foram registrados um exemplar jovem e um adulto (FIGURA 3.5A e ANEXO 3.5). Adultos predominaram significativamente em todos os bimestres (FIGURA 3.5B e ANEXO 3.6).

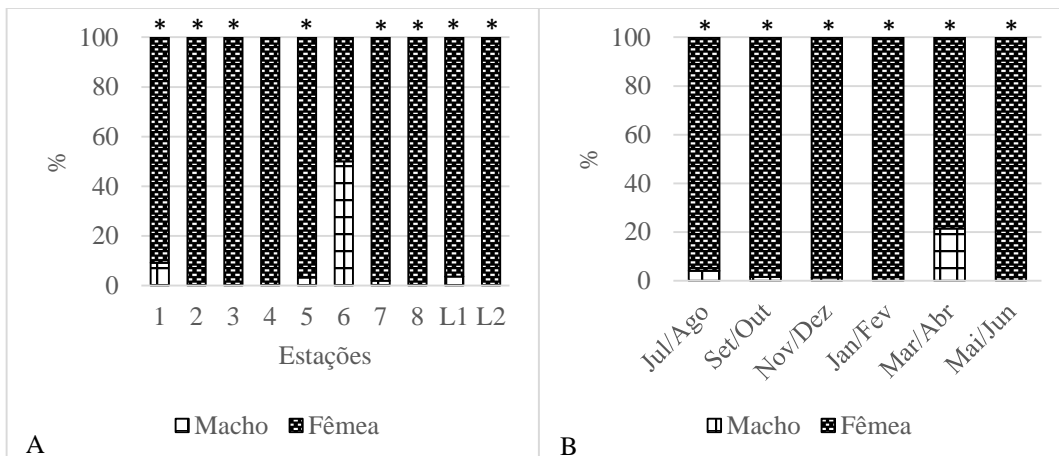


Figura 3.5. Proporção entre jovens e adultos de *Astyanax aff. paranae* por estação amostral (A) e por bimestre (B) no rio São João. (* diferenças significativas ($p < 0,05$) entre jovens e adultos).

Os valores de L_{50} e L_{100} obtidos para as fêmeas foram de aproximadamente 6,05 e 7,5 cm, respectivamente. Não foi possível calcular o L_{50} e L_{100} para os machos devido ao pequeno número de indivíduos jovens capturados.

As constantes de crescimento relativo obtidas para machos ($b = 3,23609$; $r^2 = 0,997803$) e fêmeas ($b = 2,99303$; $r^2 = 0,997506$) são significativamente diferentes entre si (teste $t = 0,0188$, $p < 0,005$). Logo, há dimorfismo sexual quanto ao crescimento relativo que para as fêmeas é do tipo isométrico, enquanto para os machos é do tipo alométrico positivo.

A distribuição mensal dos valores do fator de condição alométrico (K) (ANEXO 3.7) para os machos mostra uma queda entre julho e setembro, seguido por aumentos gradativos até junho (FIGURA 3.6A). Diferenças entre os valores de K e K', o ΔK , foram relativamente constantes ao longo do ano, sendo maiores em dezembro e menores em janeiro. Para as fêmeas (FIGURA 3.6B), os valores de K se mantêm estáveis de julho a outubro, quando sofrem uma pequena queda, seguida por um forte aumento em fevereiro e uma forte queda em março, se elevando rapidamente até junho. As maiores diferenças entre os valores de K e K' foram registradas nos períodos de julho a janeiro, com pico em outubro.

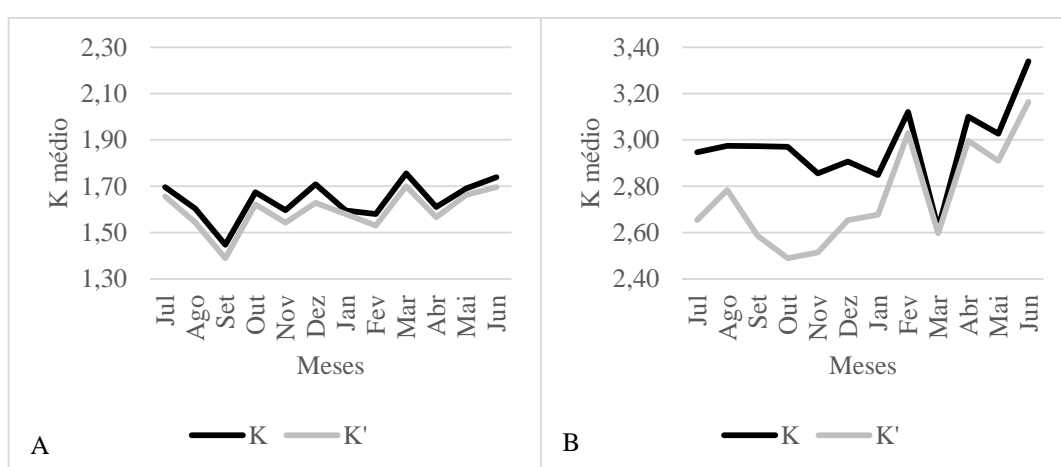


Figura 3.6. Variação dos fator de condição (K) e fator de condição somático (K') de machos (A) e fêmeas (B) de *Astyanax aff. paranae* para o período estudado.

Com base nas aparências microscópicas foram estabelecidas escalas de maturidade gonadal para machos (TABELA 3.1) e fêmeas (TABELA 3.2).

Tabela 3.1. Escala de maturidade gonadal para machos de *Astyanax aff. paranae* na bacia do rio São João.

Estádio	Aparência microscópica
Imaturo	Camada germinativa espessa, com predominância absoluta de espermatogônias. Túbulos seminíferos pouco desenvolvidos e espermatozoides ausentes.
Início de maturação (FIGURA 3.7A)	Camada germinativa espessa, com muitas células em divisão. Túbulos seminíferos pouco a moderadamente desenvolvidos apresentando espermatozoides.
Maturação (FIGURA 3.7B)	Camada germinativa menos espessa quando comparada ao estágio anterior, com grande quantidade de células em divisão. Túbulos seminíferos desenvolvidos, com espermatozoides em sua luz, algumas vezes, embebidos em secreção acidófila. Alguns túbulos seminíferos se anastomizam formando ductos espermáticos.
Maduro (FIGURA 3.7C)	Camada germinativa delgada, exibindo células em divisão. Túbulos seminíferos e ductos espermáticos muito desenvolvidos e completamente preenchidos por espermatozoides, os quais, muitas vezes, estão embebidos em secreção acidófila.
Semi-esgotado (FIGURA 3.7D)	Camada germinativa delgada, contendo ou não células em divisão. Túbulos seminíferos e ductos espermáticos ainda desenvolvidos, alguns vazios e outros com espermatozoides.
Esgotado (FIGURA 3.7E)	Camada germinativa delgada, contendo ou não células em divisão. A maioria dos túbulos e ductos estão vazios, porém alguns ainda exibem espermatozoides.
Recuperação (FIGURA 3.7F)	Grande quantidade de células em divisão nas, ainda estreitas, camadas germinativas. Túbulos seminíferos reduzidos. Poucos lúmens exibem espermatozoides.

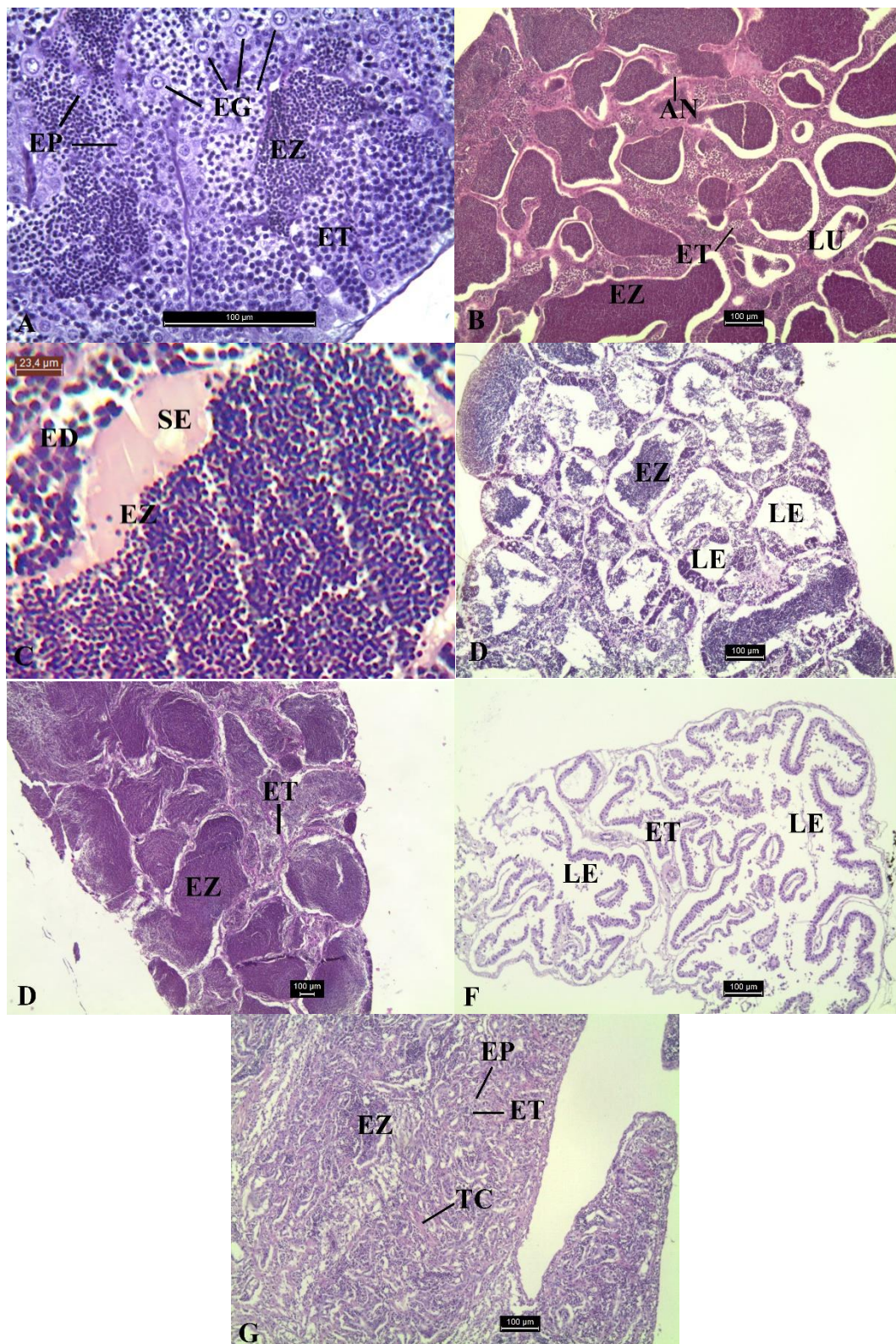
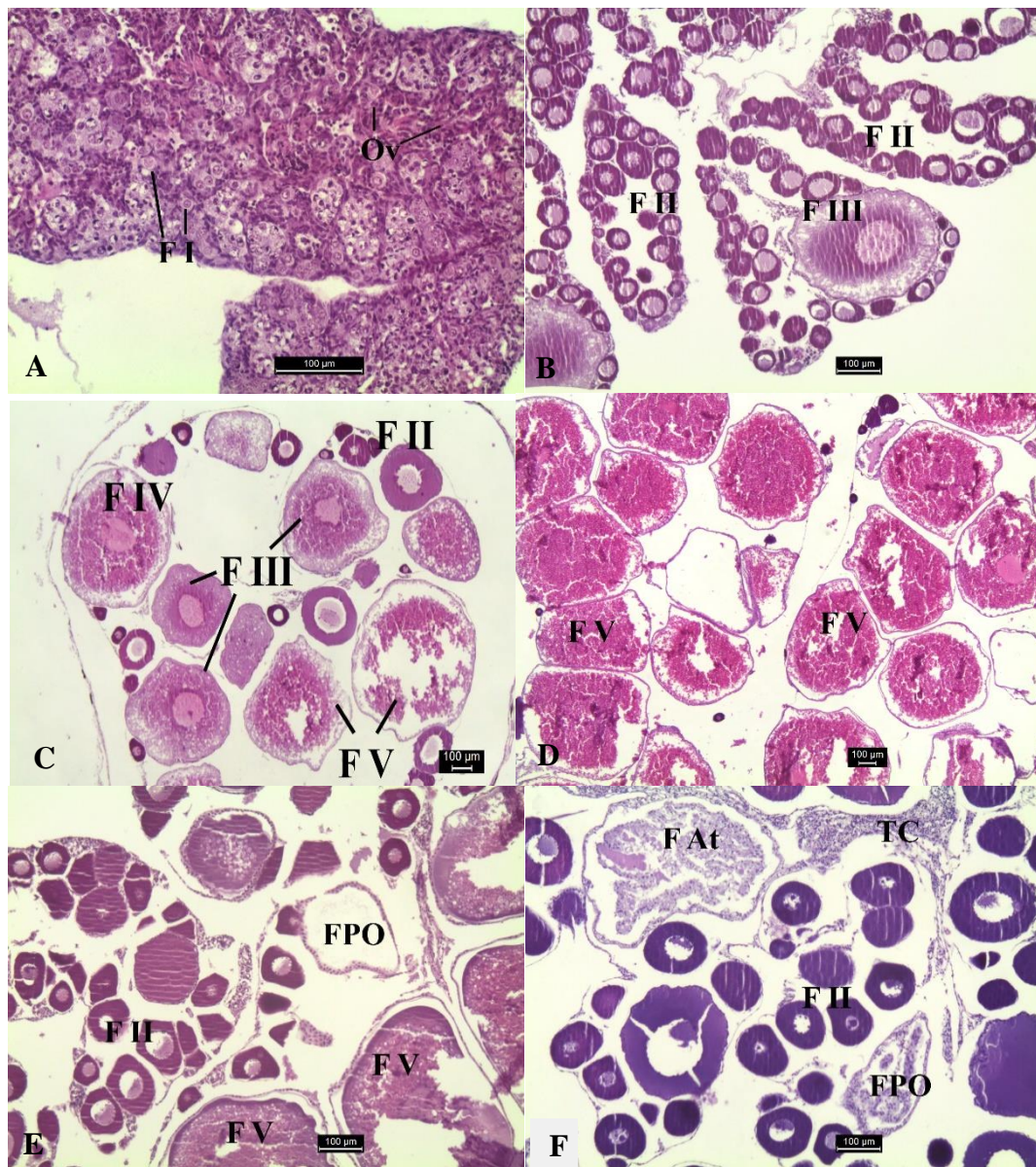


Figura 3.7. Aparência microscópica de testículo de *Astyanax aff. paranae* em estágio de: início de maturação (A), maturação (B), detalhe de secreção acidófila embebendo espermatozoides (C), maduro (D), semi-esgotado (E), esgotado (F) e recuperação (G). (EG = Espermatogônia; EP = Espermatócito; ET = Espermátide; EZ = Espermatozoide; LU = Lúmen do túbulo seminífero; LE = Lúmen esgotado; AN = Anastomose; SE = secreção acidófila).

Tabela 3.2. Escala de maturidade gonadal para fêmeas de *Astyanax aff. paranae* na bacia do rio São João.

Estádio	Aparência microscópica
Imaturo (FIGURA 3.8A)	Possui apenas ovogônias (Fase I), com núcleo intensamente basófilo circundado por citoplasma levemente basófilo.
Início de maturação (FIGURA 3.8B)	Apresenta folículos em Fase I e II. Podem ocorrer folículos com vesículas citoplasmáticas (Fase III).
Maturação (FIGURA 3.8C)	Maioria dos folículos estão Fase III. Apresenta também folículos com grânulos de vitelo (Fase IV) e completa (Fase V).
Maduro (FIGURA 3.8D)	A grande maioria dos folículos estão em vitelogênese completa (Fase V). São encontrados ainda folículos em Fase II, III e IV.
Semi-desovado (FIGURA 3.8E)	Apresenta folículos pós-ovulatórios e folículos em Fase II e III. O tecido exibe pequeno grau de desorganização.
Desovado (FIGURA 3.8F)	Há a presença de folículos em atresia, além de folículos pós-ovulatórios. O tecido se mostra desorganizado, com penetração de tecido conjuntivo.
Recuperação (FIGURA 3.8G)	Maioria dos folículos estão em Fase II e III. Ainda é possível observar folículos pós-ovulatórios. Presença de tecido conjuntivo com porções ainda desorganizadas.



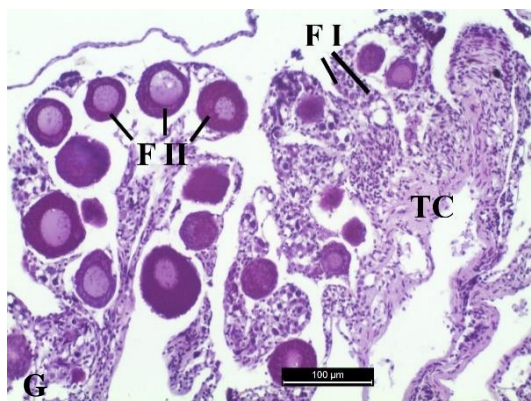


Figura 3.8. Aparência microscópica de ovário de *Astyanax aff. paranae* em estágio: imaturo (A), início de maturação (B), maturação (C), maduro (D), semi-desovado (E), desovado (F) e recuperação (G). (Ov = Ovogônia; F I = Fase I; F II = Fase II; F III = Fase III; F IV = Fase IV; F V = Fase V; FPO = Folículo pós-ovulatório; F At = Folículo em atresia; TC = Tecido Conjuntivo).

Machos maduros representaram 11,6% da amostra na estação L1 e 8,4% na estação 7 (FIGURA 3.9 e ANEXO 3.8). Indivíduos esgotados ocorreram apenas na estação L1 (1,1%), enquanto semi-esgotados ocorreram nas estações 7 (1,1%) e L1 (3,2%). De maneira geral, predominaram machos nos estádios de maturação (45,3%), maduro (32,6%) e início de maturação (7,4%).

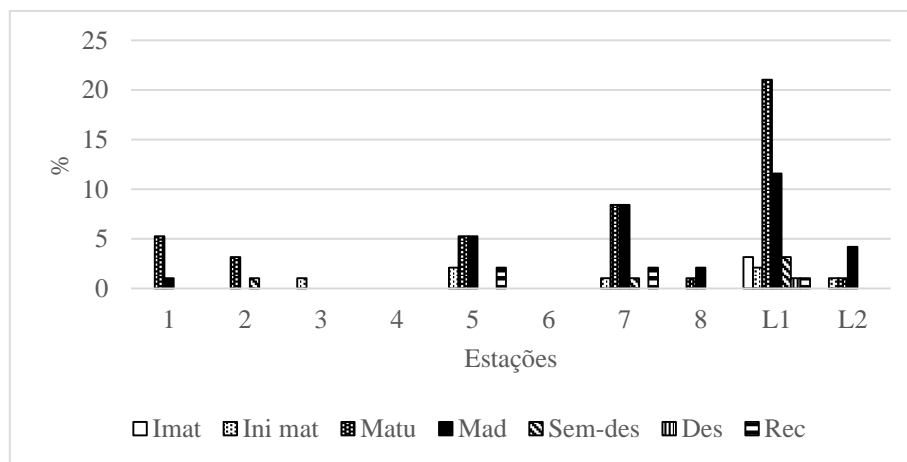


Figura 3.9. Frequência percentual, por estação amostral, para cada estágio de maturação gonadal de machos de *Astyanax aff. paranae* no rio São João. (Imat = imaturo; Ini mat = início de maturação; Matu = maturação; Mad = maduro; Semi-esg = semi-esgotado; Esg = esgotado; Rec = recuperação).

Fêmeas maduras representaram 19,7% da amostra na estação L1 e 9,6% na estação L2 (FIGURA 3.10 e ANEXO 3.9). Fêmeas desovadas foram registradas nas estações 3 (1,0%), 7 (1,5%) e L1 (0,5%). De maneira geral, predominaram fêmeas nos estádios maduro (43,4%), em maturação (27,8%), início de maturação (8,6%) e semi-desovadas (8,1%).

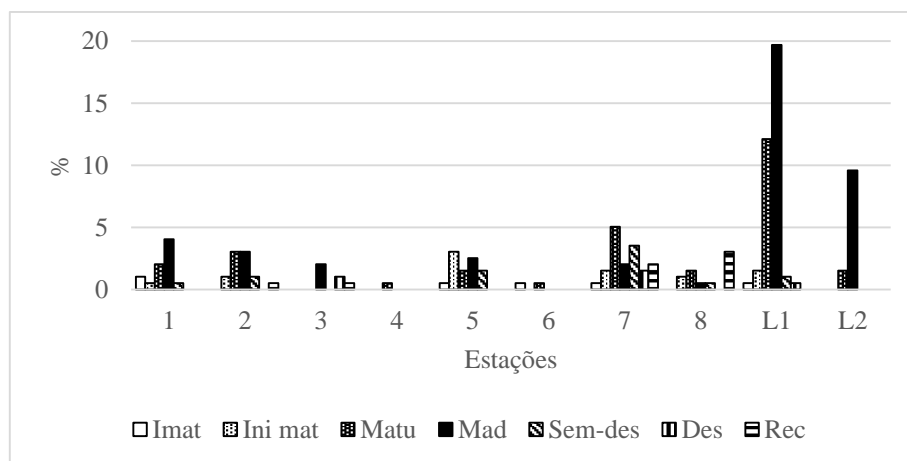


Figura 3.10. Frequência percentual, por estação amostral, para cada estágio de maturação gonadal de fêmeas de *Astyanax aff. paranae* no rio São João. (Imat = imaturo; Ini mat = início de maturação; Matu = maturação; Mad = maduro; Semi-des = semi-desovado; Des = Desovado; Rec = recuperação).

Machos maduros (32,6%) ocorreram de julho/agosto a janeiro/fevereiro, enquanto semi-esgotados (5,3%) ocorreram em julho/agosto e setembro/outubro e esgotados (1,1%) ocorreram em novembro/dezembro (FIGURA 3.11 e ANEXO 3.10).

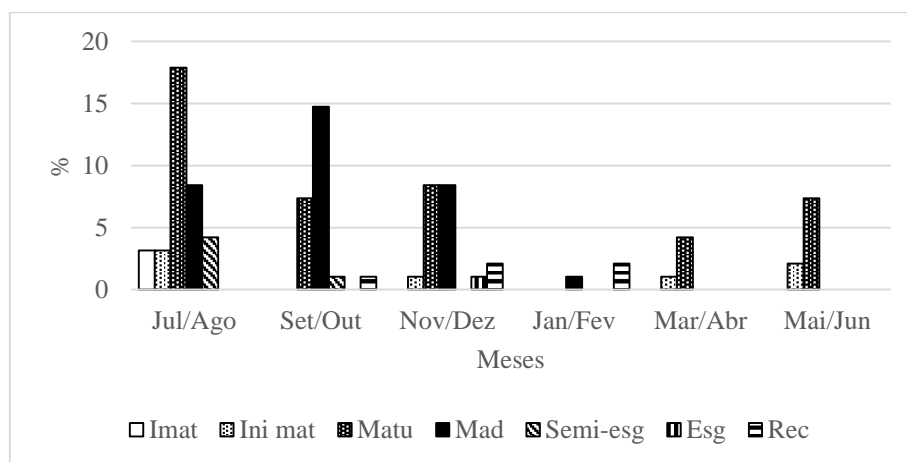


Figura 3.11. Frequência percentual dos estágios de maturidade gonadal de machos de *Astyanax aff. paranae*, por bimestre, para a bacia do rio São João. (Imat = imaturo; Ini mat = início de maturação; Matu = maturação; Mad = maduro; Semi-esg = semi-esgotado; Esg = esgotado; Rec = recuperação).

Foram registradas fêmeas maduras (43,4%) de julho/agosto a janeiro/fevereiro e em maio/junho, enquanto semi-desovadas (8,1%) foram registradas em todos os bimestres e desovadas (3,0%) em julho/agosto e de novembro/dezembro a março/abril (FIGURA 3.12 e ANEXO 3.11).

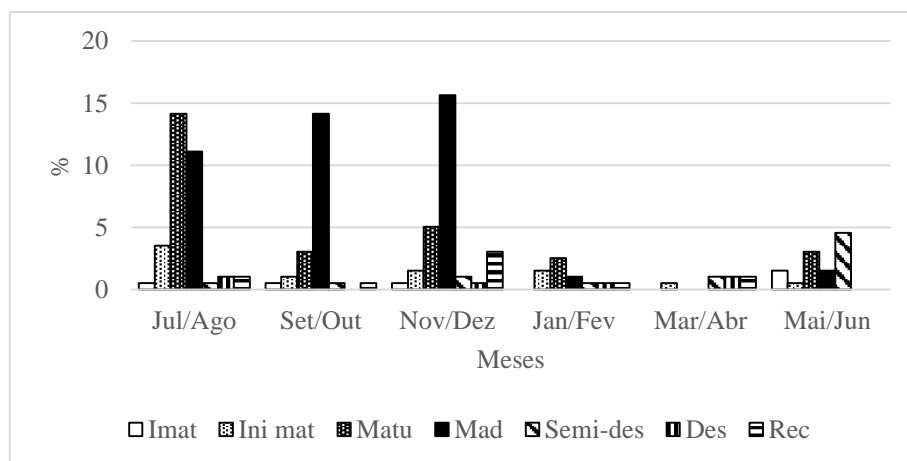


Figura 3.12. Frequências percentual dos estádios de maturidade gonadal de fêmeas de *Astyanaxaff.paranae* por bimestre para a bacia do rio São João. (Imat = imaturo; Ini mat = início de maturação; Matu = maturação; Mad = maduro; Semi-des = semi-desovado; Des = desovado; Rec = recuperação).

Os valores de RGS de machos (FIGURA 3.13A) e fêmeas (FIGURA 3.13B) indicam um longo período reprodutivo para a espécie. Os maiores valores de RGS para os machos foram registradas para o período de julho a dezembro, coincidindo com o observado para as fêmeas. O maior valor individual de RGS obtido para os machos foi de 11,15%, enquanto para as fêmeas foi de 36,60%.

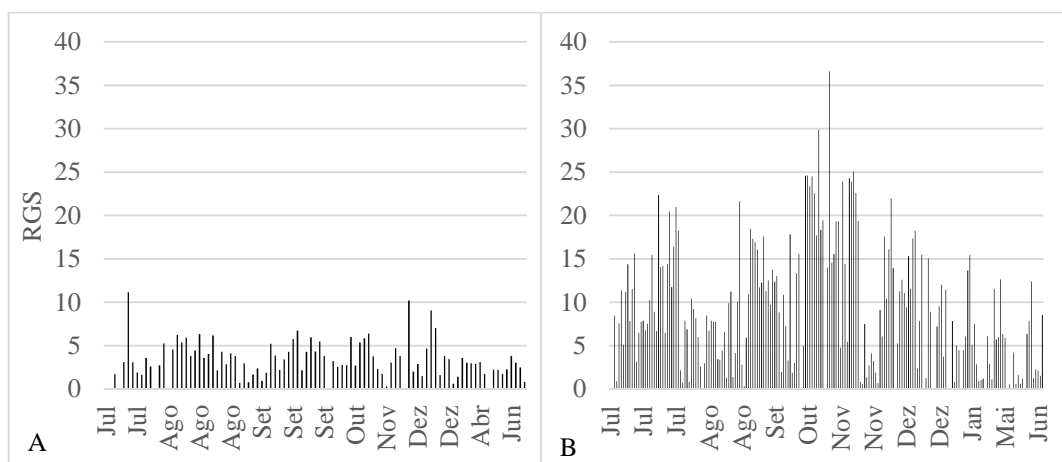


Figura 3.13. Distribuição dos valores individuais de RGS de machos (A) e fêmeas (B) de *Astyanaxaff.paranae*, por mês, para o rio São João.

Foi observada relação inversamente proporcional entre as médias de RGS e do fator de condição (FIGURA 3.14 e ANEXO 3.12), para as fêmeas de *A.aff.paranae*. Para os machos essa relação é pouco evidente.

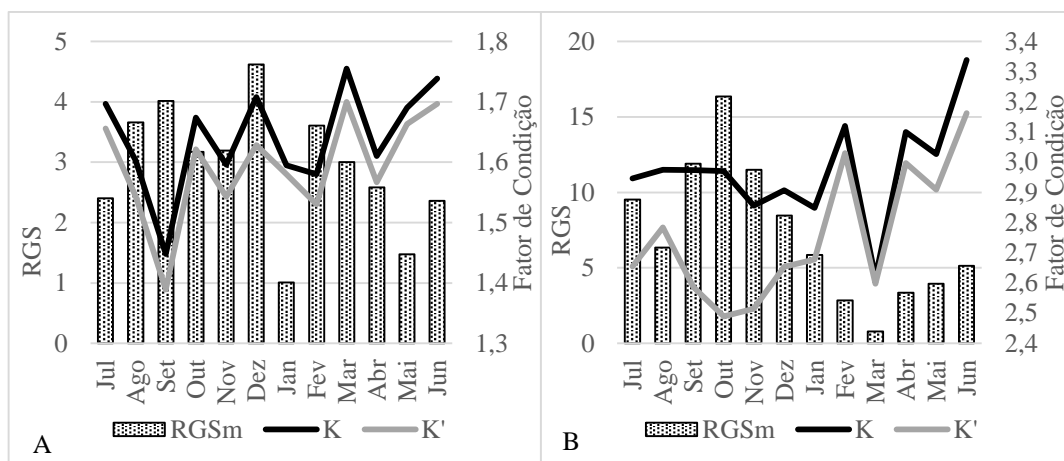


Figura 3.14. Relação entre médias mensais de RGS e de fator de condição alométrico (K) e somático (K') para machos (A) e fêmeas (B) de *Astyanax aff. paranae* na bacia do rio São João.

As médias mensais de RGS de machos e fêmeas foram relacionadas com as médias mensais de temperatura e pluviosidade para o município de Carambeí-Pr (FIGURA 3.15 e ANEXO 3.13). As médias de RGS dos machos não exibiram relação com as médias de pluviosidade ou temperatura. Para as fêmeas, o desenvolvimento gonadal acompanhou o aumento da pluviosidade e da temperatura e a desova se iniciou no período de maior pluviosidade.

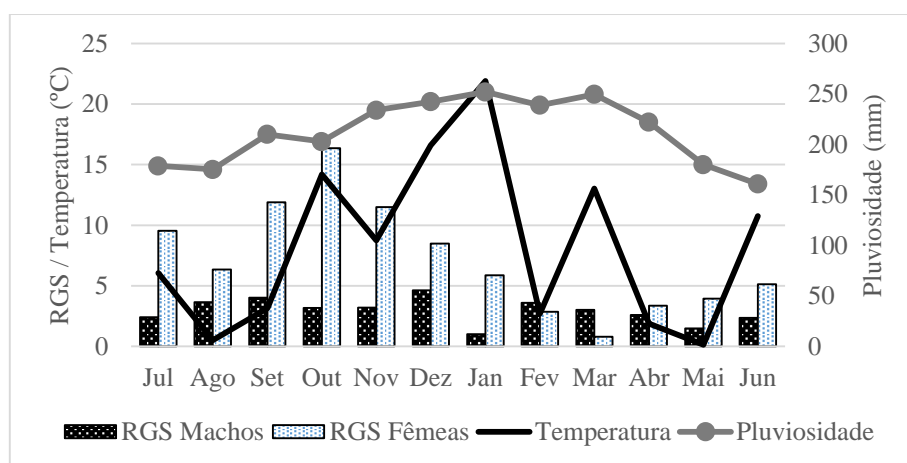


Figura 3.15. Relação entre médias mensais de RGS, temperatura (°C) e pluviosidade (mm) para machos e fêmeas de *Astyanax aff. paranae* da bacia do rio São João.

A fecundidade absoluta de *A. aff. paranae* variou de 337 a 1.865 ovócitos. O diâmetro máximo observado para os ovócitos foi de 1.046 μm . A distribuição gráfica das frequências de diâmetro de ovócitos (FIGURA 3.16 e ANEXO 3.14) apontou a formação de duas a quatro modas, sugerindo que o desenvolvimento dos ovócitos seja sincrônico com mais de dois lotes, e a ocorrência de folículos pós-ovulatórios e folículos em vitelogênese completa sugerem que desova seja do tipo parcelada.

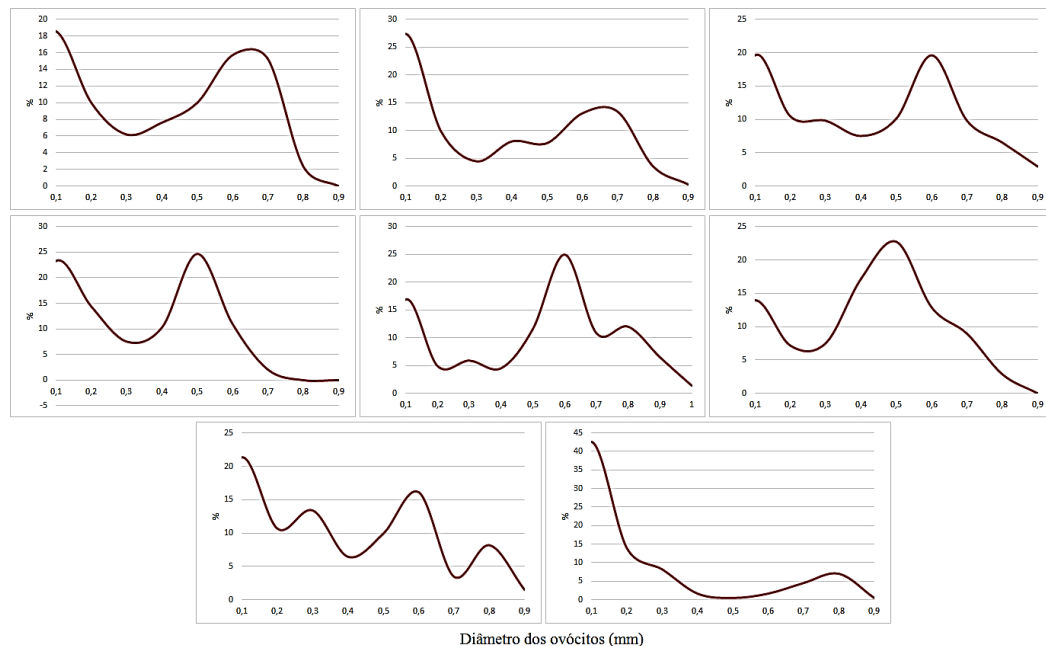


Figura 3.16. Distribuição das frequências relativas dos diâmetros dos ovócitos de oito exemplares de *Astyanax aff. paranae* na bacia do rio São João.

A atividade reprodutiva de machos e fêmeas (FIGURA 3.17A e ANEXO 3.15) variou de nula a moderada nas estações 1 a 6 e 8. Na estação 7, o IAR foi muito intenso para machos e moderado para fêmeas. No rio Lajeado do Carambeí, na estação L1, o IAR foi muito intenso para ambos os sexos, enquanto na estação L2, foi intenso para machos e muito intenso para fêmeas. Avaliando o IAR por bimestre (FIGURA 3.17B e ANEXO 3.16), observamos atividade intensa para machos e fêmeas no bimestre de julho/agosto; muito intensa nos bimestres de setembro/outubro e novembro/dezembro; nula em janeiro/fevereiro; moderada em março/abril para as fêmeas; e nula em maio/junho.

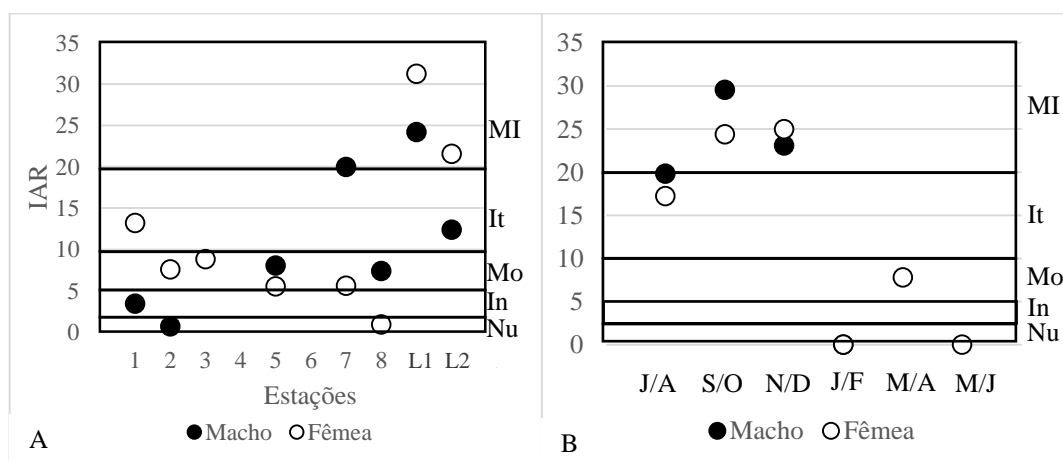


Figura 3.17. Índice de Atividade Reprodutiva (IAR) de machos e fêmeas de *Astyanax aff. paranae* por estação amostral (A) e por bimestre (B) para a bacia do rio São João.

3.5. DISCUSSÃO

Os valores de comprimento padrão registrados para essa espécie estão de acordo com aqueles da literatura (FERREIRA, 2004. FERREIRA, 2007; ABELHA & GOULART, 2008). Dos 293 exemplares capturados, 75 o foram com apetrechos de tarrafas, caniços, espinhel e puçás.

Analisando as proporções entre machos e fêmeas por classe de comprimento padrão para cada estação amostral, observamos que os machos predominaram apenas nas classes 1 e 2 no rio Lajeado do Carambeí, enquanto as fêmeas predominaram nas demais classes e no rio São João. Gurgel (2004) e Silva *et al.* (2010) observaram predomínio de machos de *Astyanax* nas menores classes de comprimento enquanto as fêmeas predominaram nas maiores. Já Abelha & Goulart (2008) observaram predomínio de fêmeas de *A. paranae* em todas as classes de comprimento padrão.

A seleção do habitat pelos peixes pode variar com a idade, sexo, estágio reprodutivo, área geográfica e condições ambientais, e representa uma integração entre numerosos fatores ecológicos (ANGERMEIER & KARR, 1983). Indivíduos pertencentes as classes de comprimento padrão 1 a 4 ocorreram principalmente nas estações L1, 1, 2e L2, respectivamente, as quais representam sítios reprodutivos da espécie etêm águas menos profundas do que aquelas das estações 5, 6, 7 e 8, nas quais se concentraram os exemplares maiores e mais velhos. Tal segregação em relação à profundidade do rio pode expressar um comportamento visando evitar a predação, uma característica bem discutida na literatura (WERNER *et al.*, 1983; POWER, 1984; SILVA, 1993), uma vez que ambientes pouco profundos seriam menos vantajosos à proteção de indivíduos maiores. Outra hipótese seria uma segregação ontogenética em relação a dieta (ver capítulo 4), uma vez que indivíduos de tamanho menor de *Astyanax* exibem preferência por itens de origem animal, muito abundantes no rio Lajeado do Carambeí, enquanto indivíduos maiores exploram principalmente recursos vegetais (BARBOSA & MATSUMURA-TUNDISI, 1984; ESTEVES, 1996; ANDRIAN; SILVA; PERETTI, 2001; WOLFF *et al.*, 2009; MAZZONI; NERY; IGLESIAS-RIOS, 2010). Essas variações decorrem tanto da demanda energética do indivíduo quanto de limitações morfológicas durante sua ontogenia (ABELHA; AGOSTINHO; GOULART, 2001), onde o incremento ontogenético do comprimento do intestino em relação ao comprimento corporal aumenta a capacidade de absorção intestinal. Nesses casos, são esperadas reduções na participação de recursos de origem animal na dieta a

medida que os peixes crescem em tamanho corporal (ZAVALA-CAMIM, 1996; MAZZONI; NERY; IGLESIAS-RIOS, 2010).

As maiores abundâncias de indivíduos foram registradas para o período de julho a dezembro, o qual constitui a época reprodutiva da espécie. Maiores abundâncias durante a época reprodutiva também foram observadas por Veregue & Orsi (2004) para *A. altiparanae* e por Abilhoa & Agostinho (2007) e Hirt; Araya; Flores (2011) para *A. fasciatus*,

A proporção sexual clássica entre peixes é de 50% para machos e 50% para fêmeas (NIKOLSKY, 1969). Ela pode variar ao longo do ciclo de vida de uma espécie em função de eventos sucessivos que atuam de maneira distinta sobre os indivíduos de cada sexo. Entre os diversos fatores que podem afetá-la, os mais importantes são a mortalidade, o crescimento e o comportamento diferencial durante eventos do ciclo de vida (VAZZOLER, 1996; GURGEL *et al.*, 2011). O suprimento alimentar também pode afetar a proporção sexual, onde, segundo Nikolsky (1963), em represas e rios oligotróficos predominam machos, enquanto as fêmeas são predominantes quando o alimento é abundante. A literatura relata proporções de 1:1 para *Astyanax* (ABILHOA & AGOSTINHO, 2007), proporções superiores para *A. paranae* de machos em relação às fêmeas (VEREGUE & ORSI, 2003) e de fêmeas em relação aos machos (FERREIRA, 2007; ABELHA & GOULART, 2008).

Poucos exemplares jovens foram capturados ao longo do período de coletas, prejudicando inferências sobre a segregação entre jovens e adultos para a bacia. Moraes; Cornélio; Barbola (2010), no rio Pitangui-Pr, observaram predomínio de jovens de *A. aff. paranae* apenas nas áreas de alimentação, enquanto indivíduos adultos foram massivamente predominantes nas áreas reprodutivas.

O início da maturidade sexual representa uma transição crítica na vida de um indivíduo (WOOTTON, 1984). Há um tamanho mínimo crítico para a maturação sexual em peixes, e a idade em que este tamanho é alcançado é variável, pois a maturação depende do crescimento somático (VAZZOLER *et al.*, 1997), que varia em função das condições ambientais abióticas e bióticas regionais, e o seu estudo constitui uma das formas para se determinar como as espécies exploram o ambiente e realizam o seu ciclo de vida (MORAES; CORNÉLIO; BARBOLA, 2010).

O L_{50} obtido para as fêmeas de *A. aff. paranae* foi de aproximadamente 6,05 cm, enquanto o valor aproximado de L_{100} foi de 7,5 cm. Não foi possível calcular o L_{50} e o L_{100} para os machos devido ao pequeno número de indivíduos jovens capturados. Para essa espécie, Veregue & Orsi (2003), no ribeirão das Marrecas-Pr, estimaram o L_{50} de fêmeas em

5,04 cm e o L_{100} em 7,0 cm; Moraes; Cornélio; Barbola (2010), no rio Pitangui-Pr, estimaram o L_{50} de fêmeas em 9 cm e o L_{100} em 14,5 cm; e Ferreira (2007) estimou o L_{50} dos machos entre 3 e 3,5 cm e o de fêmeas entre 3,5 e 4 cm, e o L_{100} dos machos entre 4 e 5 cm e o das fêmeas entre 4,5 e 5 cm.

O fato das fêmeas de *A. aff. paranae* atingirem comprimentos de primeira maturação sexual superiores aos dos machos é provavelmente uma estratégia reprodutiva da espécie, devendo representar uma vantagem para as fêmeas, pois estas poderiam produzir gônadas maiores e, conseqüentemente, maior número de ovócitos (VAZZOLER & MENEZES, 1992; VAZZOLER, 1996; SUZUKI & AGOSTINHO, 1997; GUBIANI; GOMES; AGOSTINHO, 2009). Além disso, como o investimento energético dos machos na reprodução é menor do que o das fêmeas, as necessidades de estocagem energética para a reprodução e de volume corporal para o desenvolvimento das gônadas neles são baixas, justificando assim seu tamanho menor quando comparado ao das fêmeas (FERREIRA, 2007).

A determinação da relação peso total/comprimento padrão pode descrever características estruturais dos indivíduos de uma população de peixes (BENEDITO-CECÍLIO & AGOSTINHO, 1997). Com base no coeficiente angular obtido da relação peso total/comprimento padrão é possível determinar o tipo de crescimento de uma dada espécie. Se b for igual a 3, o crescimento é isométrico, ou seja, o incremento em peso acompanha o crescimento em comprimento, de forma que os espécimes pequenos da amostra possuem a mesma forma corporal e condição que os espécimes grandes; se b for maior que 3, é alométrico positivo, havendo um incremento em peso maior do que em comprimento, de forma que espécimes grandes têm um incremento em altura ou em largura superior ao incremento em comprimento, quer resulte de uma notável mudança ontogenética na forma do corpo conforme o crescimento, o que é raro, ou porque a maioria dos espécimes grandes da amostra foram mais largos do que os espécimes pequenos, o que é comum; e se for menor que 3, o crescimento é alométrico negativo, ou seja, há um incremento em peso menor do que em comprimento, de forma que os espécimes grandes ou mudaram a forma do corpo para se tornarem mais alongados ou os espécimes menores estavam em melhor estado nutricional no momento da amostragem (ORSI; SHIBATTA; SILVA-SOUZA, 2002; FROESE, 2006).

Machos e fêmeas apresentaram crescimento diferenciado, sendo o dos machos alométrico positivo e o das fêmeas isométrico. Para essa mesma espécie, Abelha & Goulart (2008) encontraram valores de parâmetro b de machos ($b = 2,93$) e fêmeas ($b = 3,10$) estatisticamente iguais a 3, e consideraram o crescimento como sendo do tipo isométrico para

ambos os sexos; e Gubiani; Gomes; Agostinho (2009), reunindo dados de 30 reservatórios brasileiros, observaram crescimento alométrico positivo para machos ($b = 3,273$) e para fêmeas ($b = 3,403$).

A relação peso total/comprimento padrão em peixes pode ser afetada por vários fatores, incluindo a maturação gonadal, o sexo, a dieta, o grau de repleção do estômago, a saúde dos indivíduos, a sazonalidade e o habitat (PAULY, 1984; FROESE, 2006). Isso explica por que as variações nos valores do parâmetro b encontradas na literatura diferem das encontradas neste trabalho. Ainda, diferenças entre os valores de b de machos e de fêmeas podem indicar dimorfismo sexual em função de estratégias reprodutivas, tróficas e comportamentais, e de diferentes padrões de gastos energéticos na manutenção corporal (LE CREN, 1951; VAZZOLER, 1996).

O fator de condição é um indicador quantitativo do grau de “bem-estar” da espécie (AGOSTINHO; VERANI; HAHN, 1990), refletindo condições alimentares recentes e/ou gastos de reservas em atividades cíclicas (VAZZOLER, 1996). Fatores como a idade, sexo, maturidade das gônadas, seletividade dos apetrechos de pesca, variações das condições ambientais, disponibilidade de alimento, grau de parasitismo, além de variações genotípicas e aspectos comportamentais, podem afetar os valores do fator de condição (LE CREN, 1951; VAZZOLER, 1996; GURGEL, 2004).

Quando os valores do fator de condição alométrico (K) e Somático (K') são analisados mensalmente, observamos alguns aumentos e quedas para os machos ao longo do período de coletas. Para as fêmeas observamos queda nos valores de K a partir de novembro, seguido por um aumento em fevereiro, provocado pelo pequeno número de indivíduos capturados neste mês, seguido por uma queda em março, indicando o final da época reprodutiva, uma vez que quedas no fator de condição de condição podem ser consideradas indicadores de desova (GOULART & VERANI, 1992; SILVA *et al.*, 2010). O investimento na recuperação das reservas energéticas, conforme aponta o incremento nos valores de K (ABELHA & GOULART, 2008), ocorre após o final do período reprodutivo, de abril a julho. O ΔK apresenta-se elevado de julho a janeiro indicando o período reprodutivo da espécie (VAZZOLER, 1996), diminuindo a partir de janeiro, indicando o período de desova da espécie.

O fator de condição não pode ser comparado entre populações distintas, pois ligeiras diferenças na forma do corpo, diferenças nos comprimentos das amostras (se b é maior ou menor que 3) e diferenças na época ou no desenvolvimento das gônadas dos indivíduos dessas

populações influenciam nos resultados gerando diferentes valores de fator de condição (LE CREN, 1951; FROESE, 2006).

Análises morfológicas e histológicas de gônadas de peixes objetivam identificar os ciclos reprodutivos anuais, a duração da época reprodutiva, o início da maturidade reprodutiva, ritmos de desova, fecundidade e vários outros aspectos da biologia reprodutiva cuja aplicabilidade está ligada à pesca e à preservação desses animais (PARENTI & GRIER, 2004). As características macroscópicas observadas nas gônadas de *A. aff. paranae* foram semelhantes às aquelas relatadas pela literatura para o gênero *Astyanax* (NOMURA, 1975; VEREGUE & ORSI, 2003; CARVALHO *et al.*, 2009; MARTINS *et al.*, 2012), exceto pela coloração dos ovócitos.

Observamos para *A. aff. paranae* ovários maduros com coloração verde-acinzentado. Nomura (1975) analisando a fecundidade, maturação sexual e RGS de três espécies de *Astyanax* no rio Mogi-Guaçu-SP, observou coloração pardo-escuro para espécimes maduros. Veregue & Orsi (2003), analisando a biologia reprodutiva de *A. paranae* no ribeirão das Marrecas-Pr, observaram coloração de ovócitos maduros variando de laranja a branco-acinzentado. Martins *et al.* (2012) comparando a morfologia das gônadas de seis espécies de caracídeos que ocorrem no reservatório de Três Marias-MG, observaram para *Astyanax* ovócitos de coloração acinzentada no estágio de maturação/maduro, enquanto as demais espécies exibiram ovócitos amarelados.

A pigmentação dos ovócitos resultada da presença de carotenoides, precursores da vitamina A. Eles são obtidos, principalmente, a partir de fontes alimentares vegetais, e, em menores proporções, de fontes animais, sendo a coloração dos ovócitos dependente da dieta e/ou de diferenças nas vias metabólicas dos animais (LUBZENS *et al.*, 2003). Esses compostos desempenham uma função antioxidante, protegendo os tecidos de danos provocados por radicais livres (TACON, 1981; BLOUNT; HOUSTON; MØLLER, 2000). Uma segunda função desempenhada é a de suprimento e transporte de oxigênio dentro das células (OLSON & OWENS, 1998). Nikosky (1963) afirma que a pigmentação é, geralmente, pouco desenvolvida em ovócitos de espécies que habitam águas ricamente saturadas de oxigênio, e bem desenvolvida naquelas que habitam águas com baixos teores de oxigênio. Eles também funcionam como importantes moléculas sinalizadoras na regulação do crescimento celular, divisão e diferenciação de tecidos de origem ectodérmica, endodérmica e mesodérmica durante a embriogênese, sendo, portanto, de presença essencial nos ovócitos (LUBZENS *et al.*, 2003). Além disso, Blount; Houston; Møller (2000) afirmam que a

pigmentação somática promovida pelos carotenoides pode ser importante para a seleção de parceiros saudáveis, devido aos papéis antioxidantes e imunoestimulantes que desempenham no organismo.

Quanto as análises histológicas, nos ovários, no estágio de maturação, foram observados, além de ovócitos IV, ovócitos II e III. A presença de diferentes fases de desenvolvimento ovacitário nesse estágio corrobora com as observações de Vazzoler (1996) para peixes neotropicais e de Veregue & Orsi (2003) para *A. aff. paranae*, sendo, possivelmente, uma característica própria dessa fase de desenvolvimento (VEREGUE & ORSI, 2003).

O estágio maduro foi caracterizado pela presença massiva de ovócitos V. Durante este estágio também foram observados ovócitos II e III, o que sugere que a espécie realiza desova parcelada (VAZZOLER, 1996).

Nos testículos foi observada anastomose de túbulos seminíferos, formando ductos seminíferos em indivíduos nos estádios de maturação e maduro, caracterizando os testículos como sendo do tipo anastomosado tubular, uma plesiomorfia entre peixes ósseos (PARENTI & GRIER, 2004). Resultados semelhantes foram encontrados por Costa *et al.* (2009) para *A. altiparanae*, Veloso-Júnior *et al.* (2009) para *A. scabripinnis*, Martins *et al.* (2010) para os caracídeos capturados no reservatório de Ponto Colômbia-SP/MG e por Martins *et al.* (2012), para *A. fasciatus*.

Na fase madura dos testículos, vários exemplares exibiram uma secreção acidófila embebendo os espermatozoides presentes na luz dos túbulos seminíferos. Secreções seminais em peixes foram relatadas para espécies de águas temperadas (LAHNSTEINER, 2003), siluriformes (SANTOS *et al.*, 2001) e caracídeos (GONÇALVES; BAZZOLI; BRITO, 2004). Dentro do gênero *Astyanax*, tal secreção foi observada por Carvalho *et al.* (2009) para *A. fasciatus*, Costa *et al.* (2009) para *A. altiparanae* e Martins *et al.* (2012) para *A. fasciatus* e *A. bimaculatus*. Essa secreção possui monossacarídeos, polissacarídeos, mucopolissacarídeos, enzimas, proteínas, lipídeos e hormônios e tem como funções a manutenção do pH nos túbulos seminíferos, sinalização sexual (feromônios) e um provável papel na fixação do ovo no substrato (LAHNSTEINER *et al.*, 1992; LAHNSTEINER; PATZNER; WEISMANN, 1994; LAHNSTEINER, 2003). Ainda, a presença dessa secreção pode estar relacionada com fornecimento de energia aos espermatozoides (SANTOS *et al.*, 2001; GONÇALVES; BAZZOLI; BRITO, 2004).

A presença de ovócitos maduros é uma das principais características para se determinar o período de reprodução dos peixes (VAZZOLER & MENEZES, 1992; PEREIRA-FILHO, 2011), sendo esse período definido como aquele no qual se observa a maior frequência de indivíduos com gônadas em estágio maduro, seguido pelo período no qual há a maior frequência de indivíduos com gônadas em estágio esvaziado (VAZZOLER, 1996).

Com base na distribuição de estádios de desenvolvimento gonadal observados para essa espécie por estação amostral, podemos inferir que a população de *A. aff. paranae* se reproduz no rio Lajeado do Carambeí, embora alguns indivíduos possam se reproduzir no trecho superior e médio do rio São João (estações 1 e 3) e inferior (estação 7). Com base na distribuição dos estádios de desenvolvimento gonadal por bimestre, podemos inferir que o período de desenvolvimento gonadal se estende de julho a dezembro e, embora tenhamos registrados indivíduos esgotados/desovados em todos os bimestres, com exceção de setembro/outubro e maio/junho, a população parece migrar para áreas à montante do rio Lajeado do Carambeí e desovar de dezembro a março, período muito próximo daquele relatado na literatura para a espécie (VEREGUE & ORSI, 2003; FERREIRA, 2007; ABELHA & GOULART, 2008; MORAES; CORNÉLIO; BARBOLA, 2010).

Análises de valores médios da relação gônada-somática podem mascarar o RGS individual dos exemplares, prejudicando a determinação do período reprodutivo da espécie (FÁVARO *et al.*, 2005). Assim, a distribuição dos valores individuais de RGS para os diferentes sexos ao longo do ano visa uma análise mais real e precisa. Entretanto, ainda são escassos os trabalhos com a espécie em questão que analisam os valores de RGS dessa forma, sendo, na maioria das publicações, o RGS expresso em médias mensais.

Para *A. aff. paranae*, Veregue & Orsi (2003) observaram valores crescentes de RGS médio de julho a setembro, com pico em setembro, e decrescentes de outubro a março, com valores mínimos em junho. Abelha & Goulart (2008) encontraram valores individuais de RGS de 14,8% para fêmeas e de 8,43% para machos, com o RGS médio aumentando de julho a outubro, e o período reprodutivo se estendendo de outubro a abril.

Os valores individuais de RGS das fêmeas foram expressivos e se mostram elevados e relativamente constantes de julho a novembro, com valores individuais máximos ocorrendo em outubro. A partir de dezembro esses valores iniciam uma queda, correspondendo ao início do período de desova da espécie (AGOSTINHO; VERANI; HAHN, 1990). Para os machos, os valores de RGS se mostram elevados e relativamente constantes de agosto a dezembro,

coincidindo com o observado para as fêmeas. A partir de dezembro esses valores iniciam uma queda indicando o início do período de esvaziamento dos testículos. Os maiores valores individuais de RGS ocorreram de julho a dezembro, coincidindo com o período no qual foram registradas as maiores proporções de indivíduos com gônadas em estágio maduro.

Muitos autores observaram relação entre o fator de condição e o incremento no RGS médio (AGOSTINHO; VERANI; HAHN, 1990; GURGEL *et al.*, 2011). Para *A. aff. paranae*, essa relação foi inversamente proporcional, sendo mais evidente quando se analisou o fator de condição somático (K'). Para as fêmeas, conforme as médias de RGS aumentaram durante o período de setembro a outubro, os valores de K' diminuíram. Em seguida, conforme as médias de RGS decresceram de novembro a fevereiro, os valores de K' aumentaram. Para os machos essa relação entre RGS médio e K' também ocorre, porém é menos evidente do que a observada nas fêmeas, o que pode ser resultado do pequeno peso das gônadas dos machos e da seletividade dos apetrechos de pescas, os quais influenciam os valores do fator de condição (LE CREN, 1951). Esses resultados indicam a conversão das reservas energéticas corpóreas para o processo de desenvolvimento gonadal (AGOSTINHO; VERANI; HAHN, 1990; VAZZOLER, 1996; GURGEL 2004; ABELHA & GOULART, 2008; GURGEL *et al.*, 2011).

Diversos autores observaram relações diretamente proporcionais entre o aumento do RGS médio de peixes, a pluviosidade e a temperatura em regiões neotropicais (NOMURA, 1975; GURGEL, 2004; CARVALHO *et al.*, 2007). Variações nos fatores ambientais, com destaque para aumentos na pluviosidade, temperatura e fotoperíodo, funcionam como gatilhos para as atividades reprodutivas (WOOTTON, 1990; VAZZOLER, 1996), enquanto as enchentes são fatores reguladores das desovas (SIMABUKU, 2005), pois, além de abrigo, proporcionam uma explosão na disponibilidade de itens alimentares adequados às fases iniciais do desenvolvimento dos juvenis (LOWE-McCONNELL, 1999).

O desenvolvimento gonadal de machos e fêmeas de *A. aff. paranae* acompanhou o aumento da pluviosidade e da temperatura de agosto a outubro. O RGS médio das fêmeas atingiu seu pico em outubro, e a partir de novembro iniciou uma queda gradativa que se estendeu até março, enquanto o RGS médio dos machos atingiu seu maior pico em dezembro e caiu vertiginosamente em janeiro. Esses resultados indicam que a desova na população ocorreu a partir de dezembro, período no qual foram registradas as maiores médias pluviométricas e de temperatura.

A maioria das espécies inicia o seu desenvolvimento gonadal em uma época anterior àquela de reprodução, e completam sua maturação gonadal no momento em que as condições

ambientais sejam favoráveis à fecundação e à sobrevivência da prole (VAZZOLER, 1996). Dessa forma, a prole pode aproveitar o período de enchentes para alimentação e desenvolvimento, o que aumenta sua tolerância às pressões ambientais resultantes da queda dos níveis pluviométricos, de temperatura e de período de luz (NASCIMENTO & NAKATANI, 2006).

O tipo de desova depende do tipo de desenvolvimento ovacitário (sincrônico total ou em grupos ou assincrônico) e da frequência de liberação dos ovócitos maduros em um período de reprodução (VAZZOLER, 1992). Quando todos os ovócitos presentes no ovário estão no mesmo estágio de desenvolvimento, o ovário é classificado como sincrônico total, ocorrendo naquelas espécies que desovam apenas uma vez em seu ciclo de vida, morrendo logo após o período reprodutivo (espécies semélparas), nos quais a desova é total; os ovários sincrônicos são aqueles nos quais existem pelo menos dois lotes de ovócitos em diferentes estágios de maturação, nos quais a desova pode ser total ou parcelada; e os ovários assincrônicos possuem ovócitos em todos os estágios de desenvolvimento, nos quais a desova é intermitente (NAGAHAMA, 1983; VAZZOLER, 1996).

Vazzoler & Menezes (1992) citam para *A. paranae* fecundidade de 700 a 3.100 ovócitos. Neste trabalho a fecundidade absoluta da espécie variou de 337 a 1.865 ovócitos, e o ovócito com o maior diâmetro mediu 1.046 μm . Essas diferenças nos valores de fecundidade ocorrem por que a fecundidade de uma espécie constitui um parâmetro extremamente lábil, sendo muito influenciada por fatores intrínsecos (metabólicos) e extrínsecos (ambientais), variando acentuadamente entre populações distintas de uma mesma espécie e entre períodos de reprodução sucessivos (VAZZOLER & ROSSI-WONGTSCHOWSKI, 1976).

A análise histológica dos ovários mostrou a ocorrência de folículos pós-ovulatórios e folículos em vitelogênese de forma sincrônica o que, associado ao fato das frequências de distribuição dos diâmetros dos ovócitos terem apontado a ocorrência de duas a quatro modas, sugerem que desova dessa espécie seja do tipo parcelada. Esta é uma característica comum entre Characiformes e permite a ocorrência de vários eventos de desova em um mesmo ciclo reprodutivo, além de favorecer que diferentes nichos no espaço e no tempo sejam ocupados por animais de diferentes classes de tamanho, conduzindo a uma menor competição entre os adultos, por locais de desova, e entre as larvas, por fontes de alimento (NIKOLSKY, 1963; RATTON; BAZZOLI; SANTOS, 2003)

O longo período reprodutivo e a desova parcelada levam a considerar que estas sejam estratégias eficazes na produção da futura prole, pois aumentam as chances de perpetuação da

espécie, que pode ser fortemente prejudicada por perdas de ovos, larvas ou juvenis durante chuvas fortes e por predação (VEREGUE & ORSI, 2003; FERREIRA, 2007).

O Índice de Atividade reprodutiva (IAR), proposto por Agostinho *et al.* (1991), permite avaliar a atividade reprodutiva dos estratos que compõem a comunidade de peixes estudada, além de avaliar a intensidade reprodutiva dessa comunidade como um todo (VAZZOLER, 1996).

Para *A.aff.paranae*, o IAR apontou atividade reprodutiva muito intensa para ambos os sexos na estação L1, e atividade intensa para machos e muito intensa para fêmeas na estação L2, ambas localizadas no rio Lajeado do Carambeí. Essa espécie habita preferencialmente cabeceiras e riachos de pequeno porte (ARTONI & SHIBATTA, 1996; GARUTTI & BRITSKI, 2000, VILELLA; BECKER; HARTZ, 2002) e isso pode explicar sua preferência por se reproduzir nesse afluente. No rio São João, o IAR apontou atividade intensa para fêmeas na estação 1, onde, dos 22 exemplares capturados, 10 estavam em estágio gonadal maduro e 1 em estágio semi-desovado. Na estação 7, o IAR foi muito intenso para machos e moderado para fêmeas. Nas estações 2, 3, 5 e 8 o IAR variou de moderado a nulo. Assim, embora a população se reproduza no rio Lajeado do Carambeí, alguns indivíduos parecem se reproduzir na cabeceira do rio São João (estação 1) e no seu trecho inferior (estação 7).

A distribuição dos valores de IAR por bimestre apontou um incremento na atividade reprodutiva no período de julho a outubro, seguindo o aumento das médias pluviométricas. O IAR diminuiu a partir de novembro/dezembro até se tornar nulo em janeiro/fevereiro, enquanto a pluviosidade atingia seus máximos anuais em dezembro e janeiro. Esses resultados, novamente, indicam que o aumento da pluviosidade e da temperatura influenciaram no aumento da atividade reprodutiva da espécie de julho a outubro, e que as enchentes que ocorreram de dezembro a janeiro regularam as desovas, período no qual a espécie, provavelmente, migrou para locais a montante no rio Lajeado do Carambeí para realizar suas desovas.

3.6. REFERÊNCIAS

ABELHA, M. C. F.; AGOSTINHO, A. A.; GOULART, E. Plasticidade trófica em peixes de água doce. *Acta Scientiarum*, v. 23, n. 2, p. 425-434, 2001.

ABELHA, M. C. F.; GOULART, E.; KASHIWAQUI, E. A. L.; SILVA, M. R. *Astyanax paranae* Eigenmann, 1914 (Characiformes: Characidae) in the Alagados Reservoir, Paraná, Brazil: diet composition and variation. *Neotropical Ichthyology*, v. 4, n. 3, p. 349-356, 2006.

ABELHA, M. C. F.; GOULART, E. V. Population structure, condition factor and reproductive period of *Astyanax paranae* (Eigenmann, 1914) (Osteichthyes: Characidae) in a small and old Brazilian reservoir. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 51, n. 3, p. 503-512, 2008.

ABILHOA, V.; AGOSTINHO, A. A. Aspectos biológicos de duas espécies de *Astyanax* (Teleostei, Characidae) em lagoas marginais do alto rio Iguaçu, Paraná, Brasil. **Estudos de Biologia**, v. 29, n. 66, p. 23-32, 2007.

AGOSTINHO, A. A.; VERANI, J. R.; HAHN, N. S. Variação do fator de condição e do índice hepatossomático e suas relações com o ciclo reprodutivo em *Rhinelepis aspera* (Agassiz, 1829) (Osteichthyes, Loricariidae) no rio Paranapanema, Porecatu, Pr. **Ciência e Cultura**, v. 42, n. 9, p. 711-714, 1990.

AGOSTINHO, A. A.; SUZUKI, H. I.; SAMPAIO, A. A.; BORGES, J. D. Índice de atividade reprodutiva: uma proposta para avaliação da atividade reprodutiva em peixes. In: **Encontro Brasileiro de Ictiologia**, 9, Maringá-Pr, 1991. Resumos... Maringá: SBI, 1991.

ANDRIAN, I. F.; SILVA, H. B. R.; PERETTI, D. Dieta de *Astyanaxbimaculatus* (Linnaeus, 1758) (Characiformes, Characidae), da área de influência do reservatório de Corumbá, Estado de Goiás, Brasil. **Acta Scientiarum**, v. 23, n. 2, p. 435-440, 2001.

ANGERMEIER, P. L.; KARR, J. R. Fish communities along environmental gradients in a system of tropical streams. **Environmental Biology of Fishes**, v. 9, n. 2, p. 117-135, 1983.

ARTONI, R. F.; SHIBATTA, O. A. **Peixes do Parque Estadual de Vila Velha**: aspectos da história natural, da biologia e da conservação. Ponta Grossa: Editora UEPG, 1996.

ARTONI, R. F.; VICARI, M. R.; ALMEIDA, M. C.; MOREIRA-FILHO, O.; BERTOLLO, L. A. C. Karyotype diversity and fish conservation of Southern field from South Brazil. **Reviews in Fish Biology and Fisheries**, v. 19, p. 393-401, 2009.

BARBOSA, P. M. M.; MATSUMURA-TUNDISI, T. Consumption of zooplanktonic organisms by *Astyanaxfasciatus* Cuvier, 1819 (Osteichthyes, Characidae) in Lobo (Broa) Reservoir, São Carlos, SP, Brazil. **Hydrobiologia**, v. 113, p. 171-181, 1984.

BENEDITO-CECÍLIO, E; AGOSTINHO, A. A. Estrutura das populações de peixes do reservatório de Segredo. In: AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L. C. (eds.). **Reservatório de Segredo**: bases ecológicas para o manejo. Maringá: EDUEM, 1997.

BERTACO, V. A.; LUCENA, C. A. S. Two new species of *Astyanax* (Ostariophysi: Characiformes: Characidae) from eastern Brazil, with a synopsis of the *Astyanaxscabripinnis* species complex. **Neotropical Ichthyology**, v. 4, n. 1, p. 53-60, 2006.

BLOUNT, J. D.; HOUSTON, D. C.; MØLLER, A. P. Why egg yolk is yellow. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 15, n. 2, p. 47-49, 2000.

BRAGA, F. M. S. Reprodução de peixes (Osteichthyes) em afluentes do reservatório de Volta Grande, Rio Grande, sudeste do Brasil. **Iheringia, Série Zoologia**, v. 91, p. 67-74, 2001.

CARVALHO, P. A.; PASCHOALINI, A. L.; SANTOS, G. B.; RIZZO, E.; BAZZOLI, N. Reproductive biology of *Astyanax fasciatus* (Pisces: Characiformes) in a reservoir in southeastern Brazil. **Journal of Applied Ichthyology**, v. 25, p. 306-313, 2009.

COSTA, F. G.; ADOLFI, M. C.; ANDRADE, C. G. T. J.; BORELLA, M. I. Changes of the testis of *Astyanax altiparanae* during the reproductive cycle. A structural and ultra-structural study. **Proceedings of XXII Congress of Brazilian Society of Microscopy and Microanalysis**: B02552, 2009.

ESTEVES, K. E. Feeding ecology of three *Astyanax* species (Characidae, Tetragonopterinae) from a floodplain lake of Mogi-Guaçu River, Paraná River Basin, Brazil. **Environmental Biology of Fishes**, v. 46, n. 1, p. 83-101, 1996.

FÁVARO, L. F.; FREHSE, F. A.; OLIVEIRA, R. N.; SCHWARZ JR., R. Reprodução do bagre amarelo, *Cathorops spixii* (Agassiz) (Siluriformes, Ariidae), da Bacia de Pinheiros, região estuarina do litoral do Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 22, n. 4, p. 1022-1029, 2005.

FERREIRA, A. **Ecologia trófica de *Astyanax paranae* (Osteichthyes, Characidae) em córregos da bacia do Rio Passa-Cinco, Estado de São Paulo**. Dissertação (mestrado). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - Universidade de São Paulo (ESALQ/USP). Piracicaba, 2004.

FERREIRA, K. Biology and ecomorphology of stream fishes from the rio Mogi-Guaçu basin, Southern Brazil. **Neotropical Ichthyology**, v. 5, n. 3, p. 311-326, 2007.

FROESE, R. Cube law, condition factor and weight-length relationships: History, meta-analysis and recommendation. **Journal of Applied Ichthyology**, n. 22, p. 241-253, 2006.

GARUTTI, V.; BRITSKI, H. A. Descrição de uma espécie nova de *Astyanax* (Teleostei: Characidae) da bacia do alto rio Paraná e considerações sobre as demais espécies do gênero na bacia. **Comunicações do Museu de Ciência e Tecnologia da PUCRS, Série Zoologia**, v. 13, p. 65-88, 2000.

GEALH, A. M. Ictiofauna dos rios Fortaleza, Iapó, alto e médio Tibagi. In: MELO, M. S.; MORO, R. S.; GUIMARÃES, G. B. (eds.). **Patrimônio Natural dos Campos Gerais**. Ponta Grossa: Editora UEPG, 2007.

GEALH, A. M. Conhecendo os peixes do rio Pitangui. In: GEALH, A. M.; MELO, M. S.; MORO, R. S. (eds.). **Pitangui, rio de contrastes: seus lugares, seus peixes, sua gente**. Ponta Grossa: Editora UEPG, 2010.

GONÇALVES, T. L.; BAZZOLI, N.; BRITO, M. F. G. Gametogenesis and reproduction of the matrinxã *Brycon orthotaenia* (Günther, 1864) (Pisces: Characidae) in the São Francisco river, Minas Gerais, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 66, n. 2, p. 513-522, 2006.

GOULART, E.; VERANI, J. R. Proporção sexual, relação peso/comprimento e fator de condição de *Hypostomus commersonii* Valenciennes, 1840 (Osteichthyes Loricariidae) da represa Capivari-cachoeira, Paraná, Brasil. **Revista UNIMAR**, v. 14, p. 19-33, 1992.

GUBIANI, E. A.; GOMES, L. C.; AGOSTINHO, A. A. Length-length and length-weight relationships for 48 fish species from reservoirs of the Paraná State, Brazil. **Lakes & Reservoirs: Research and Management**, v. 14, p. 289-299, 2009.

GUIMARÃES, G. B.; GODOY, L. C.; MELO, M. S.; FLÜGEL FILHO, J. C. A. Geodiversidade da bacia do rio São João, Carambeí (Pr). In: GEALH, A. M. (coord.). **Diagnóstico ambiental e conservação na bacia do rio São João – Carambeí – Pr**. Universidade Estadual de Ponta Grossa, 2011.

GURGEL, H. C. B. Estrutura populacional e época de reprodução de *Astyanax fasciatus* (Cuvier) (Characidae, Tetragonopterinae) do rio Ceará Mirim, Poço Branco, Rio Grande do Norte, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 2, n. 1, p. 131-135, 2004.

GURGEL, L. L.; VERANI, J. R.; CÂMARA, F. R. A.; BARROS, N. H. C.; CHELLAPA, S. Ecologia reprodutiva de *Cichlasoma orientale* (Osteichthyes: Cichlidae), um peixe endêmico do semi-árido brasileiro. **Biota Amazônia**, v. 1, n. 2, p. 36-44, 2011.

HIRT, L. M.; ARAYA, P. R.; FLORES, S. A. Population structure, reproductive biology and feeding of *Astyanax fasciatus* (Cuvier, 1819) in an Upper Paraná River tributary, Misiones, Argentina. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 23, n. 1, p. 1-12, 2011.

KANTEK, D. L. Z.; VICARI, M. R.; PERES, W. A. M.; CESTARI, M. M.; ARTONI, R. F.; BERTOLLO, L. A. C.; MOREIRA-FILHO, O. Chromosomal location and distribution of As51 satellite DNA in five species of the genus *Astyanax* (Teleostei, Characidae, *Incertae sedis*). **Journal of Fish Biology**, v. 75, p. 408-421, 2009.

LAHNSTEINER, F.; SEIWALD, M.; PATZNER, R. A.; FERRERO, E. A. The seminal vesicles of the male grass goby, *Zosterisessor ophiocephalus* (Teleostei, Gobiidae). Fine structure and histochemistry. **Zoomorphology**, v. 111, p. 239-248, 1992.

LAHNSTEINER, F.; PATZNER, R. A.; WEISMANN, T. The testicular main ducts and spermatid ducts in cyprinid fishes. I. Morphology, fine structure and histochemistry. **Journal of Fish Biology**, v. 44, p. 937-951, 1994.

LAHNSTEINER, F. Morphology, fine structure, biochemistry, and function of the spermatid ducts in marine fish. **Tissue & Cell**, v. 35, p. 363-373, 2003.

LE CREN, E. D. The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the perch (*Perca fluviatilis*). **Journal of Animal Ecology**, v. 20, n. 2, p. 201-219, 1951.

LIMA, F. C. T.; MALABARBA, L. R.; BUCKUP, P. A.; SILVA, J. F. P.; VARI, R. P.; HAROLD, A.; BENINE, R.; OYAKAWA, O. T.; PAVANELLI, C. S.; MENEZES, N. A.; LUCENA, C. A. S.; REIS, R. E.; LANGEANI, F.; CASATTI, L.; BERTACO, V. A.; MOREIRA, C.; LUCINDA, P. H. F. Genera *Incertae Sedis* in Characidae. In: REIS, R. E.; KULLANDER, S. O.; FERRARIS JR., C. J. (eds.). **Check list of the freshwater fishes of South and Central America**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2003.

LOPES, C. A.; BENEDITO-CECILIO, E.; AGOSTINHO, A. A. The reproductive strategy of *Leporinus friderici* (Characiformes, Anostomidae) in the Paraná River basin: the effect of reservoirs. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 60, n. 2, p. 255-266, 2000.

LOWE-McCONNELL, R. H. **Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1999.

LUBZENS, E.; LISSAUER, L.; LEVAVI-SIVAN, B.; AVARRE, J. C.; SAMMAR, M. Carotenoid and retinoid transport to fish oocytes and eggs: what is the role of retinol binding protein? **Molecular Aspects of Medicine**, v. 24, p. 441-457, 2003.

MARTINS, Y. S.; ARANTES, F. P.; SATO, Y.; SANTOS, J. E.; RIZZO, E.; BAZZOLI, N. Comparative analysis of gonadal morphology in six fish species of the *Incertae Sedis* genera in Characidae of occurrence in the São Francisco River Basin, Brazil. **Acta Zoologica**, v. 93, p. 48-56, 2012.

MAZZONI, R.; NERY, L. L.; IGLESIAS-RIOS, R. Ecologia e ontogenia da alimentação de *Astyanax janiroensis* (Osteichthyes, Characidae) de um riacho costeiro do sudeste do Brasil. **Biota Neotropica**, v. 10, n. 3, p. 53-60, 2010.

MELO, M. S.; MORO, R. S.; GUIMARÃES, G. B. (eds.). **Patrimônio Natural dos Campos Gerais**. Ponta Grossa, Editora UEPG, 2007.

MINITAB INC. **Meet Minitab 16**. 2010.

MORAES, M. F. P. G.; CORNÉLIO, D.; BARBOLA, I. F. Aspectos da biologia reprodutiva dos peixes do rio Pitangui. In: GEALH, A. M.; MELO, M. S.; MORO, R. S. (eds.). **Pitangui, rio de contrastes: seus lugares, seus peixes, sua gente**. Ponta Grossa: Editora UEPG, 2010.

NAGAHAMA, Y. The functional morphology of teleost gonads. In: HOAR, W. S.; RANDALL, D. J.; DONALDSON, E. M. **Fish physiology**. Vol. IX. Part. A. London: Academic Press, 1983.

NASCIMENTO, F. L.; NAKATANI, K. Relação entre fatores ambientais e a distribuição de ovos e larvas de peixes na sub-bacia do rio Ivinhema, Estado de Mato Grosso do Sul, Brasil. **Acta Scientiarum**, v. 28, n. 2, p. 117-122, 2006.

NIKOLSKY, G. V. **The ecology of fish**. London: Academic Press, 1963.

NIKOLSKY, G. V. **Fish population dynamics**. Edinburgh: Oliver and Boyd, 1969.

NOMURA, H. Fecundidade, maturação sexual e índice gônada-somático de lambaris do gênero *Astyanax* Baird & Girard (1854) (Osteichthyes, Characidae), relacionados com fatores ambientais. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 35, n. 4, p. 775-798, 1975b.

OLSON, V. A.; OWENS, I. P. F. Costly sexual signals: are carotenoids rare, risky or required? **Trends in Ecology & Evolution**, v. 13, n. 12, p. 510-514, 1998.

ORSI, M. L.; SHIBATTA, O. A.; SILVA-SOUZA, A. T. Caracterização biológica de populações de peixes do rio Tibagi, localidade de Sertanópolis. In: MEDRI, M. E.; BIANCHINI, E.; SHIBATTA, O. A.; PIMENTA, J. A. (eds.). **A bacia do rio Tibagi**. Londrina: Moacyr Euripedes Medri, 2002.

PARENTI, L. R.; GRIER, H. J. Evolution and phylogeny of gonad morphology in bony fishes. **Integrative and Comparative Biology**, v. 44, p. 333-348, 2004.

PAULY, D. **Fish Population Dynamics in Tropical Waters: A Manual for Use with Programmable Calculators**. Manila: International Center for Living Aquatic Resources Management, 1984.

PEREIRA-FILHO, H. P.; ANDRADE, D. R. de; TONINI, W. C. T.; VIDAL JR.; M. V. Biologia reprodutiva de fêmeas de lambari-prata, *Astyanax scabripinnis* Jenys, 1842 (Characidae; Tetragonopterinae; Teleostei) em condições de cativeiro. **Ciência Animal Brasileira**, v. 12, n. 4, p. 626-634, 2011.

POWER, M. E. Depth distributions of armored catfish: predator-induced resource avoidance?. **Ecology**, v. 65, n. 2, p. 523-528, 1984.

RATTON, T. F.; BAZZOLI, N.; SANTOS, G. B. Reproductive biology of *Apareiodon affinis* (Pisces: Parodontidae) in the Furnas Reservoir, Minas Gerais, Brazil. **Journal of Applied Ichthyology**, v. 19, p. 387-390, 2003.

SANTOS, J. E.; BAZZOLI, N.; RIZZO, E.; SANTOS, G. B. Morphofunctional organization of the male reproductive system of the catfish *Iheringichthys labrosus* (Lütken, 1974) (Siluriformes: Pimelodidae). **Tissue & Cell**, v. 33, p. 533-540, 2001.

SHIBATTA, O. A.; GEALH, A. M.; BENNEMANN, S. T. Ictiofauna dos trechos alto e médio da bacia do rio Tibagi, Paraná, Brasil. **Revista Biota Neotropica**, v.7, n. 1, 2007.

SILVA, C. P. D. Alimentação e distribuição espacial de algumas espécies de peixes do Igarapé do Candirú, Amazonas, Brasil. **Acta Amazonica**, v. 23, n. 2-3, p. 271-285, 1993.

SILVA, J. P. A.; MUELBERT, A. E.; OLIVEIRA, E. C.; FÁVARO, L. F. Reproductive tactics used by the lambari *Astyanax aff. fasciatus* in three water supply reservoirs in the same geographic region of the upper Iguaçu River. **Neotropical Ichthyology**, v. 8, n. 4, p. 885-892, 2010.

SIMABUKU, M. A. M. **Ecologia de peixes que ocupam diferentes habitats da planície de inundação do rio Mogi-Guaçu-SP**. Tese (doutorado). Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, 2005.

STURGES, H. A. The choice of a class interval. **Journal of the American Statistical Association**, v. 21, n. 153, p. 65-66, 1926.

SUZUKI, H. I.; AGOSTINHO, A. A. Reprodução de peixes do reservatório de Segredo. In: AGOSTINHO, A. A.; GOSMES, L. C. (eds.). **Reservatório de Segredo, bases ecológicas para o manejo**. Maringá: EDUEM, 1997.

TACON, A. B. Speculative review of possible carotenoid function in fish. **The Progressive Fish-Culturist**, v. 42, n. 4, p. 205-208, 1981.

VAZZOLER, A. E. A. M.; ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C. L. D. B. *Sardinella brasiliensis*: tipo de desova, fecundidade e potencial reprodutivo relativo. I. Área entre 23°40'S e 24°20'S, Brasil. **Boletim do Instituto Oceanográfico**, v. 25, p. 131-155, 1976.

VAZZOLER, A. E. A. M. **Manual de métodos para estudos biológicos de populações de peixes: reprodução e crescimento**. Brasília: CNPq. Programa Nacional de Zoologia, 1981.

VAZZOLER, A. E. A.; MENEZES, N. A. Síntese de conhecimentos sobre o comportamento reprodutivo dos Characiformes da América do Sul (Teleostei, Ostariophysi). **Revista Brasileira de Biologia**, v. 52, n. 4, p. 627-640, 1992.

VAZZOLER, A. E. A. M. **Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática**. Maringá: EDUEM, 1996.

VAZZOLER, A. E. A. M.; SUZUKI, H. I.; MARQUES, E. E.; LIZAMA, M. A. P. Primeira maturação gonadal, períodos e áreas de reprodução. In: VAZZOLER, A. E. A. M.; AGOSTINHO, A. A.; HAHN, N. S. (eds.). **A planície de inundação do alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos**. Maringá: EDUEM: Nupélia, 1997.

VELOSO-JÚNIOR, V. C.; GUIMARÃES-CRUZ, R. J.; BARROS, M. D. M.; BARATA, R. S. L.; SANTOS, J. E. Reproduction of the lambari *Astyanax scabripinnis* (Jenyns, 1842) (Pisces: Characidae) in a small stream in Southeastern Brazil. **Journal of Applied Ichthyology**, v. 25, p. 314-320, 2009.

VEREGUE, A. M. L.; ORSI, M. L. Biologia reprodutiva de *Astyanax scabripinnis paranae* (Eigenmann) (Osteichthyes, Characidae), do ribeirão das Marrecas, bacia do rio Tibagi, Paraná. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 20, n. 1, p. 97-105, 2003.

VICARI, M. R.; NOLETO, R. B.; ARTONI, R. F.; MOREIRA-FILHO, O.; BERTOLLO, L. A. Comparative cytogenetics among species of the *Astyanax scabripinnis* complex. Evolutionary and biogeographical inferences. **Genetics and Molecular Biology**, v. 31, n. 1, p. 173-179, 2008.

VILELLA, F. S.; BECKER, F. G.; HARTZ, S. M. Diet of *Astyanax* species (Teleostei, Characidae) in an Atlantic Forest River in Southern Brazil. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 45, n. 2, Curitiba, Jun. 2002.

WERNER, E. E.; GILLIAM, J. F.; HALL, D. J.; MITTELBAACH, G. G. An experimental test of the effects of predation risk on habitat use in fish. **Ecology**, v. 64, n. 6, p. 1540-1548, 1983.

WOLFF, L. L.; ABILHOA, V.; RIOS, F. S.; DONATTI, L. Spatial, seasonal and ontogenetic variation in the diet of *Astyanax aff. fasciatus* (Ostariophysi: Characidae) in an Atlantic Forest river, Southern Brazil. **Neotropical Ichthyology**, v. 7, n. 2, p. 257-266, 2009.

WOOTTON, R. J. Strategies and tactics in fish reproduction. In: POTTS, G. W.; WOOTTON, R. J. (eds.). **Fish reproduction: strategies and tactics**. London: Academic Press, 1984.

WOOTTON, R. J. **Ecology of teleost fishes**. London: Chapman & Hall, 1990.

WOOTTON, R. J. **Fish ecology**. Chapman & Hall, New York, 1999.

ZAVALA-CAMIN, L. A. **Introdução aos estudos sobre alimentação natural em peixes**. Maringá: EDUEM, 1996.

3.7. ANEXOS

Anexo 3.1. Frequência absoluta e percentual de machos e fêmeas de *Astyanax aff. paranae* por classe de comprimento padrão, com os valores de qui-quadrado, para o rio São João.

Classes	Macho		Fêmea		X ²
	n	%	n	%	
5,7 - 6,4	3	1,9	13	8,4	6,25*
6,5 - 7,2	6	3,9	12	7,7	2,00
7,3 - 8,0	4	2,6	15	9,7	6,37*
8,1 - 8,8	4	2,6	5	3,2	0,11
8,9 - 9,7	7	4,5	14	9,0	2,33
9,8 - 10,5	8	5,2	15	9,7	2,13
10,6 - 11,3	8	5,2	17	11,0	3,24
11,4 - 12,1	7	4,5	10	6,4	0,53
12,2 - 13,0	2	1,3	5	3,2	1,29
Total	49	31,6	106	68,4	20,96*

Anexo 3.2. Frequência absoluta e percentual de machos e fêmeas de *Astyanax aff. paranae* por classe de comprimento padrão, com os valores de qui-quadrado, para o rio Lajeado do Carambeí.

Classes	Macho		Fêmea		X ²
	n	%	n	%	
5,7 - 6,4	10	7,2	2	1,5	5,33*
6,5 - 7,2	23	16,7	7	5,1	8,53*
7,3 - 8,0	9	6,5	33	23,9	13,71*
8,1 - 8,8	4	2,9	31	22,5	20,83*
8,9 - 9,7			18	13,0	18,00*
9,8 - 10,5			1	0,7	1,00
10,6 - 11,3					
11,4 - 12,1					
12,2 - 13,0					
Total	46	33,3	92	66,7	15,33*

Anexo 3.3. Frequência absoluta de machos e fêmeas de *Astyanax aff. paranae* por classe de comprimento padrão, com os valores de qui-quadrado, em cada bimestre na bacia do rio São João.

	Jul/Ago			Set/Out			Nov/Dez			Jan/Fev			Mar/Abr			Mai/Jun		
Classes	M	F	X ²	M	F	X ²	M	F	X ²	M	F	X ²	M	F	X ²	M	F	X ²
5,7 - 6,4	4	2	0,67	2		2,00	2	5	1,29	1	1,00		2	1	0,33	2	7	2,78
6,5 - 7,2	10	1	7,36*	12	4	4,00*	4	7	0,82	1	2	0,33	1		1,00	2	4	0,67
7,3 - 8,0	4	26	16,13*	4	9	1,92	2	8	3,60		3	3,00	1	1	0,00	2	1	0,33
8,1 - 8,8	2	10	5,33*	1	11	8,33*	3	12	5,40*	1	2	0,33		1	1,00	1		1,00
8,9 - 9,7	2	8	3,60	1	5	2,67	1	12	9,31*				1	2	0,33	1	4	1,80
9,8 - 10,5	4	4	0,00		2	2,00	5	5	0,00		3	3,00				2		2,00
10,6 - 11,3	4	9	1,92		2	2,00	2	3	0,20		1	1,00		1	1,00	1	3	1,00
11,4 - 12,1	4	2	0,67	2	4	0,67	1	1	0,00	1	1	0,00				1		1,00
12,2 - 13,0	1		1,00	1	2	0,33		1	1,00					1	1,00	1		1,00
Total	35	62	7,52*	23	39	4,13*	20	54	15,62*	3	13	6,25*	5	7	0,33	9	0	4,50*

* p < 0,05

Anexo 3.4. Proporção sexual de *Astyanax aff. paranae*, com os valores de qui-quadrado, por estação amostral na bacia do rio São João.

Estação	Machos		Fêmeas		X ²
	nº	%	nº	%	
1	6	27,3	16	72,7	4,55*
2	4	19,0	17	81,0	8,05*
3	1	12,5	7	87,5	4,50*
4			1	100,0	1,00
5	14	43,8	18	56,3	0,50
6			2	100,0	2,00
7	20	38,5	32	61,5	2,77
8	4	23,5	13	76,5	4,76*
L1	40	36,4	70	63,6	8,18*
L2	6	21,4	22	78,6	9,14*
TOTAL	95	32,4	198	67,6	36,21*

*p < 0,05

Anexo 3.5. Distribuição das frequências absoluta e percentual de jovens e adultos de *Astyanax aff. paranae*, com os valores de qui-quadrado, por estação amostral na bacia do rio São João.

Estações	Jovem		Adulto		X ²
	N	%	N	%	
1	2	9,1	20	90,9	14,73*
2			21	100,0	21,00*
3			8	100,0	8,00*
4			1	100,0	1,00
5	1	3,1	31	96,9	28,13*
6	1	50,0	1	50,0	0,00
7	1	1,9	51	98,1	48,08*
8			16	100,0	16,00*
L1	4	3,6	107	96,4	95,58*
L2			28	100,0	28,00*
Total	9	3,1	284	96,9	258,11*

* p < 0,05

Anexo 3.6. Distribuição das frequências absoluta e percentual de jovens e adultos de *Astyanax aff. paranae*, com os valores de qui-quadrado, por bimestre para a bacia do rio São João.

	Jovens		Adultos		X ²
	n	%	n	%	
Jul/Ago	4	4,1	94	95,9	82,65*
Set/Out	1	1,6	61	98,4	58,06*
Nov/Dez	1	1,4	73	98,6	70,05*
Jan/Fev			18	100,0	18,00*
Mar/Abr	3	21,4	11	78,6	4,57*
Mai/Jun			27	100,0	27,00*
Total	9	3,1	284	96,9	258,11*

* p < 0,05

Anexo 3.7. Valores médios de fator de condição (K) e fator de condição somático (K') de machos e fêmeas de *Astyanax aff. paranae* para o período estudado.

Meses	Machos	K	K'	Fêmeas	K	K'
Julho	12	1,70	1,66	37	2,95	2,65
Agosto	23	1,60	1,54	25	2,97	2,78
Setembro	15	1,45	1,39	21	2,97	2,59
Outubro	8	1,67	1,62	18	2,97	2,49
Novembro	10	1,60	1,54	33	2,86	2,51
Dezembro	10	1,71	1,63	21	2,91	2,65
Janeiro	2	1,60	1,58	12	2,85	2,68
Fevereiro	1	1,58	1,53	1	3,12	3,03
Março	2	1,76	1,70	4	2,62	2,60
Abril	3	1,61	1,57	3	3,10	3,00
Mai	3	1,69	1,66	16	3,03	2,91
Junho	6	1,74	1,70	7	3,34	3,16

Anexo 3.8. Distribuição das frequências absoluta e percentual de cada estágio de maturação gonadal de machos de *Astyanax aff. paranae*, por estação amostral, na bacia do rio São João.

Estações	Imaturo		Início de Maturação		Maturação		Maduro		Semi-esgotado		Esgotado		Recuperação	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
1					5	5,3	1	1,1						
2					3	3,2			1	1,1				
3			1	1,1										
4														
5			2	2,1	5	5,3	5	5,3					2	2,1
6														
7			1	1,1	8	8,4	8	8,4	1	1,1			2	2,1
8					1	1,1	2	2,1						
L1	3	3,2	2	2,1	20	21,1	11	11,6	3	3,2	1	1,1	1	1,1
L2			1	1,1	1	1,1	4	4,2						
TOTAL	3	3,2	7	7,4	43	45,3	31	32,6	5	5,3	1	1,05	5	5,3

Anexo 3.9. Distribuição das frequências absoluta e percentual de cada estágio de maturação gonadal de fêmeas de *Astyanax aff. paranae*, por estação amostral, na bacia do rio São João.

Estações	Imaturo		Início de Maturação		Maturação		Maduro		Semi-desovado		Desovado		Recuperação	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
1	2	1,0	1	0,5	4	2,02	8	4,0	1	0,5				
2			2	1,0	6	3,03	6	3,0	2	1,0			1	0,5
3							4	2,0			2	1,0	1	0,5
4					1	0,5								
5	1	0,5	6	3,0	3	1,5	5	2,5	3	1,5				
6	1	0,5			1	0,5								
7	1	0,5	3	1,5	10	5,1	4	2,0	7	3,5	3	1,5	4	2,0
8			2	1,0	3	1,5	1	0,5	1	0,5			6	3,0
L1	1	0,5	3	1,5	24	12,1	39	19,7	2	1,0	1	0,5		
L2					3	1,5	19	9,6						
TOTAL	6	3,0	17	8,6	55	27,8	86	43,4	16	8,1	6	3,0	12	6,1

Anexo 3.10. Frequências absoluta e percentual dos estádios de maturidade gonadal de machos de *Astyanaxaff.paranae*, por bimestre, para a bacia do rio São João.

Meses	Imaturo		Início de Maturação		Maturação		Maduro		Semi-esgotado		Esgotado		Recuperação	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Jul/Ago	3	3,2	3	3,2	17	17,9	8	8,4	4,0	4,2				
Set/Out					7	7,4	14	14,7	1,0	1,1			1	1,1
Nov/Dez			1	1,1	8	8,4	8	8,4			1	1,1	2	2,1
Jan/Fev							1	1,1					2	2,1
Mar/Abr			1	1,1	4	4,2								
Mai/Jun			2	2,1	7	7,4								

Anexo 3.11. Frequências absoluta e percentual dos estádios de maturidade gonadal de fêmeas de *Astyanaxaff.paranae*, por bimestre, para a bacia do rio São João.

Meses	Imaturo		Início de Maturação		Maturação		Maduro		Semi-desovado		Desovado		Recuperação	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Jul/Ago	1	0,5	7	3,5	28	14,1	22	11,1	1	0,5	2	1,0	2	1,0
Set/Out	1	0,5	2	1,0	6	3,0	28	14,1	1	0,5			1	0,5
Nov/Dez	1	0,5	3	1,5	10	5,1	31	15,7	2	1,0	1	0,5	6	3,0
Jan/Fev			3	1,5	5	2,5	2	1,0	1	0,5	1	0,5	1	0,5
Mar/Abr			1	0,5					2	1,0	2	1,0	2	1,0
Mai/Jun	3	1,5	1	0,5	6	3,0	3	1,5	9	4,5				

Anexo 3.12. Médias mensais de RGS (RGS_m) e de fator de condição alométrico (K) e somático (K') para machos e fêmeas de *Astyanaxaff.paranae*.

Meses	Machos				Fêmeas			
	N	RGS _m	K	K'	N	RGS _m	K	K'
Julho	12	2,4016	1,70	1,66	37	9,5267	2,95	2,65
Agosto	23	3,6563	1,60	1,54	25	6,3376	2,97	2,78
Setembro	15	4,0144	1,45	1,39	21	11,9009	2,97	2,59
Outubro	8	3,1711	1,67	1,62	18	16,3536	2,97	2,49
Novembro	10	3,1913	1,60	1,54	33	11,5039	2,86	2,51
Dezembro	10	4,6177	1,71	1,63	21	8,4697	2,91	2,65
Janeiro	2	1,0080	1,60	1,58	12	5,8597	2,85	2,68
Fevereiro	1	3,6047	1,58	1,53	1	2,8536	3,12	3,03
Março	2	3,0031	1,76	1,70	4	0,7906	2,62	2,60
Abril	3	2,5847	1,61	1,57	3	3,3592	3,10	3,00
Maio	3	1,4761	1,69	1,66	16	3,9412	3,03	2,91
Junho	6	2,3625	1,74	1,70	7	5,1382	3,34	3,16

Anexo 3.13. Médias mensais de RGS de machos e fêmeas de *Astyanaxaff.paranae*, de temperatura (°C) e pluviosidade (mm) para o período de estudo.

Meses	RGSm Macho	RGSm Fêmea	Temperatura Média (°C)	Pluviosidade Média (mm)
Julho	2,4016	9,5267	14,9	72,6
Agosto	3,6563	6,3376	14,6	6
Setembro	4,0144	11,9009	17,5	37,6
Outubro	3,1711	16,3536	16,9	170,2
Novembro	3,1913	11,5039	19,5	105
Dezembro	4,6177	8,4697	20,2	199,2
Janeiro	1,0080	5,8597	21	263
Fevereiro	3,6047	2,8536	19,9	32,2
Março	3,0031	0,7906	20,8	156,4
Abril	2,5847	3,3592	18,5	22,6
Maio	1,4761	3,9412	15	1,6
Junho	2,3625	5,1382	13,4	129,2

Anexo 3.14. Comprimento padrão (cm), peso (g), RGS, fecundidade total (número de ovócitos nos ovários), ovócitos vitelogênicos e maduros (porcentagem de ovócitos com tamanho superior a 300 µm) e fecundidade absoluta (número de ovócitos maiores que 300 µm que seriam desovados) de *Astyanaxaff.paranae* na bacia do rio São João.

N.	Comprimento	Peso (g)	RGS	Fecundidade	Ovócitos vitelogênicos	Fecundidade
	Padrão (cm)			Total	e maduros (%)	Absoluta
1	6,8	8,38	11,933	4.013	36	1.445
2	7,6	12,48	7,532	2.808	27	758
3	7,8	14,31	19,846	910	37	337
4	7,0	8,72	18,349	779	54	420
5	6,5	8,01	21,473	1.456	79	1.150
6	9,9	20,67	11,030	1.586	75	1.190
7	7,3	12,71	19,984	2.672	69	1.844
8	7,5	14,00	13,857	2.422	77	1.865

Anexo 3.15. Índice de Atividade Reprodutiva (IAR) de machos e fêmeas de *Astyanaxaff.paranae*, por estação amostral, para a bacia do rio São João. (N = número de indivíduos; Ni = número de indivíduos em reprodução na amostra) para a bacia do rio São João.

Estação	Machos			Fêmeas		
	N	Ni	IAR	N	Ni	IAR
1	6	1	3,4	16	9	13,2
2	4	1	0,7	17	8	7,6
3	1			7	6	8,8
4				1		
5	14	5	8,0	18	8	5,5
6				2		
7	20	9	20,0	32	14	5,6
8	4	2	7,4	13	2	0,9
L1	40	15	24,2	70	42	31,3
L2	6	4	12,4	22	19	21,6

Anexo 3.16. Índice de Atividade Reprodutiva (IAR) de machos e fêmeas de *Astyanax aff. paranae*, por bimestre, para a bacia do rio São João. (N = número de indivíduos; Ni = número de indivíduos em reprodução na amostra) para a bacia do rio São João.

Bimestre	Machos			Fêmeas		
	N	Ni	IAR	N	Ni	IAR
Jul/Ago	35	12	19,8	62	25	17,2
Set/Out	23	15	29,6	39	29	24,4
Nov/Dez	20	9	23,1	53	34	25,0
Jan/Fev	3	1	0,0	13	4	0,0
Mar/Abr	6			7	4	7,8
Mai/Jun	9			23	12	0,0

4.1. BIOLOGIA ALIMENTAR DE ESPÉCIES DE *Astyanax* BAIRD & GIRARD, 1854 (TELEOSTEI: CHARACIDAE) EM UM AFLUENTE DO RIO TIBAGI, PARANÁ

4.2. INTRODUÇÃO

A alimentação compõe um dos mais importantes aspectos da bionomia das espécies, interferindo diretamente na estrutura e composição das populações (BARRETO & ARANHA, 2006) e o seu conhecimento em ambientes naturais é imprescindível à compreensão da biologia e ecologia desses animais (ANDRIAN; SILVA; PERETTI, 1994; LOLIS & ANDRIAN, 1996; ZAVALA-CAMIN, 1996). Ela varia conforme a disponibilidade de alimento e a necessidade alimentar da espécie (ZAVALA-CAMIN, 1996; ESTEVES & ARANHA, 1999), sendo influenciada por variações espaciais, sazonais e ontogenéticas (WOOTTON, 1990; LOLIS & ANDRIAN, 1996; ZAVALA-CAMIN, 1996; HAHN *et al.*, 1998; ABELHA; AGOSTINHO; GOULART, 2001; GERKING, 1994), e sofre variações frente a impactos ambientais que alterem a qualidade do hábitat e a sobrevivência de itens presas, representando uma integração da preferência alimentar com a disponibilidade do alimento e sua acessibilidade (ANGERMEIER & KARR, 1983).

Impactos ambientais podem alterar a composição das comunidades de algas (WU & SUEN, 1985; CASÉ *et al.*, 2008) e macroinvertebrados aquáticos (CARLISLE *et al.*, 2007; NALIM *et al.*, 2008) diminuindo a diversidade e a abundância desses organismos no ambiente e, conseqüentemente, a sua disponibilidade como recursos alimentares para a ictiofauna. Nos últimos anos, esses organismos se tornaram referência na avaliação de danos ambientais constituindo potenciais bioindicadores (METCALFE, 1989; MORO & FÜRSTENBERGER, 1997; JUNQUEIRA & CAMPOS, 1998; CALLISTO; MORETTI; GOULART, 2001; COTA *et al.*, 2002; MOTEIRO; OLIVEIRA; GODOY, 2008; KOMULAYNEN & CHEKRYZHEVA, 2013), uma vez que alterações nas composições dessas comunidades constituem o último estágio da degradação ambiental e da poluição dos corpos d'água (NORRIS & THOMS, 1999). A bioindicação emprega um organismo ou uma associação de organismos que possuem requerimentos específicos para um conjunto de variáveis físicas e químicas, onde a presença ou a ausência desses animais, sua abundância, morfologia, fisiologia ou comportamento podem indicar se as condições atuais daquele dado ambiente se encontram fora do limite de tolerância daquele organismo ou associação (McGEOCH, 1997; MOTEIRO; OLIVEIRA; GODOY, 2008). A análise de organismos bioindicadores para estimar a degradação ambiental é mais vantajosa em comparação com

análises de medidas físicas e químicas da água, pois estas registram apenas o momento da coleta da água, enquanto as respostas biológicas englobam um lapso de tempo maior (METCALFE, 1989), relacionado ao desenvolvimento daquela comunidade de organismos naquele dado ambiente, permitindo um monitoramento temporal mais eficiente (CAIRNS JR. & PRATT, 1993).

Nesse contexto, a análise da dieta de *Astyanax* pode constituir uma boa ferramenta para a avaliação da qualidade do hábitat, pois, devido a sua resistência a degradação ambiental (MENNI; GÓMEZ; ARMENGOL, 1996; ARAÚJO, 1998) eles se mantêm em comunidades icticas impactadas por ações antropogênicas por mais tempo quando comparados a outras espécies de peixes mais sensíveis. Além disso, o seu hábito alimentar generalista e oportunista (NOMURA, 1975; ESTEVES, 1996; BENNEMANN *et al.*, 2005; FERREIRA, 2008) lhes permite explorar os recursos mais abundantes no ambiente (UIEDA, 1983; CASATTI, 2002; ABILHOA; DUBOC; AZEVEDO-FILHO, 2008), podendo, dessa forma, expressar a abundância de grupos de algas e macroinvertebrados tidos como bioindicadores, favorecendo uma visão integrada do sistema aquático (ARAÚJO, 1998) além de fornecerem informações sobre mudanças no comportamento da ictiofauna frente a essas alterações.

A bacia do rio São João localizada na região dos Campos Gerais (MELO; MORO; GUIMARÃES, 2007), ocupa uma área com cerca de 145 Km², estendendo-se entre os municípios de Castro e Carambeí, uma região com forte apelo agrícola e agropecuário, além de atividades como reflorestamentos de *Pinus* sp. e *Eucalyptus* sp. e extração de argila e zoneamento urbano e industrial. Suas águas recebem esgoto *in natura* de algumas residências do município de Carambeí, efluentes de estações de esgoto e de tratamentos de efluentes industriais e, ainda, sofrem com o assoreamento resultante da diminuição e até mesmo remoção completa da vegetação ripária em alguns trechos do rio e o mau uso dos solos em atividades agropecuárias.

Este trabalho teve por objetivo avaliar alterações espaciais e sazonais na dieta das populações de *Astyanax* que ocupam a bacia do rio São João. Assumimos que tanto a composição da dieta quanto a seleção do alimento dependem da disponibilidade dos itens presa no ambiente e que isso está intimamente relacionado a qualidade do ambiente. Assim, é possível, através da dieta das espécies, inferir sobre a qualidade ambiental tendo por base a tolerância dos itens presa à degradação da qualidade da água.

Para o presente estudo foram demarcadas oito estações amostrais no rio São João e duas no rio Lajeado do Carambeí (FIGURA 4.1).

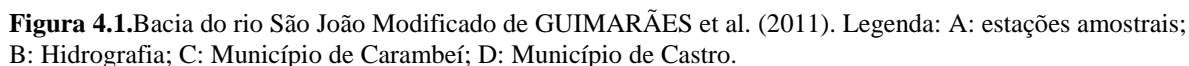


Tabela 4.1. Valores médios e desvios padrão das variáveis ambientais e parâmetros físicos e químicos das estações amostrais da bacia do rio São João, durante o período de julho/2010 a junho/2011.

127

Tabela 4.2
Continuação

Colif. Totais (un/100 mL)	2057,7 ± 779,1	2217,2 ± 473,6	1992,2 ± 861,4	2420,0	2420,0
Total de bactérias (un/mL)	2440,7 ± 4594,7	522,8 ± 570,5	233,5 ± 277,4	3153,0 ± 3533,8	2946,8 ± 2595,1
Variáveis ambientais	6	7	8	L1	L2
Profundidade (m)	0,9 ± 0,2	1,9 ± 0,2	0,9 ± 0,1	0,9 ± 0,2	0,6 ± 0,1
Largura (m)	14,2 ± 4,4	19,6 ± 3,4	14,3 ± 6,4	4,6 ± 3,4	5,5 ± 1,4
Velocidade da correnteza (m/s)	0,37 ± 0,14	0,16 ± 0,08	0,20 ± 0,11	0,36 ± 0,45	0,75 ± 0,44
Temperatura da água (°C)	19,2 ± 5,3	20,7 ± 5,2	20,1 ± 3,6	19,5 ± 4,4	20,7 ± 5,6
pH	6,7 ± 0,3	6,8 ± 0,4	6,6 ± 0,4	6,4 ± 0,3	7,4 ± 1,0
OD (mg L ⁻¹)	8,8 ± 2,1	7,8 ± 2,4	9,5 ± 2,6	9,2 ± 2,4	7,9 ± 3,0
Condutividade (mS)	0,2 ± 0,1	0,2 ± 0,1	0,1 ± 0,1	0,1 ± 0,1	0,4 ± 0,3
Cloreto dissolvido (mg L ⁻¹)	19,9 ± 6,4	17,9 ± 6,6	20,0 ± 6,8	12,4 ± 5,5	42,9 ± 22,5
Alcalinidade (mg CaCO ₃ L ⁻¹)	21,8 ± 8,0	24,4 ± 10,7	25,3 ± 13,3	22,1 ± 18,8	82,3 ± 63,3
Sólidos Suspensos Totais (mg L ⁻¹)	23,4 ± 25,8	39,7 ± 55,8	15,7 ± 15,8	12,9 ± 19,6	40,8 ± 32,6
Fósforo total (mg L ⁻¹)	1,0 ± 0,8	0,9 ± 0,6	1,4 ± 1,7	<0,1 ± 0,1	2,5 ± 0,8
Colif. Fecais (un/100 mL)	881,9 ± 674,1	834,9 ± 468,5	953,4 ± 785,6	979,9 ± 526,3	1530,8 ± 697,4
Colif. Totais (un/100 mL)	2420,0	2336,1 ± 290,5	2234,2 ± 643,6	2219,9 ± 693,1	2238,0 ± 630,5
Total de bactérias (un/mL)	2816,8 ± 3358,1	2146,3 ± 3260,7	1854,8 ± 2477,5	1337,6 ± 1749,8	8500,0 ± 1930,6

Os dados de temperatura mínima e máxima e de pluviometria foram fornecidos pela Fundação ABC – Pesquisa e Desenvolvimento Agropecuário de Castro (FIGURA 4.2). O período de pré-cheia compreende os meses de julho/10 a setembro/10, o período de cheia, de outubro/10 a janeiro/11, e o pós-cheia, de fevereiro/11 a junho/11.

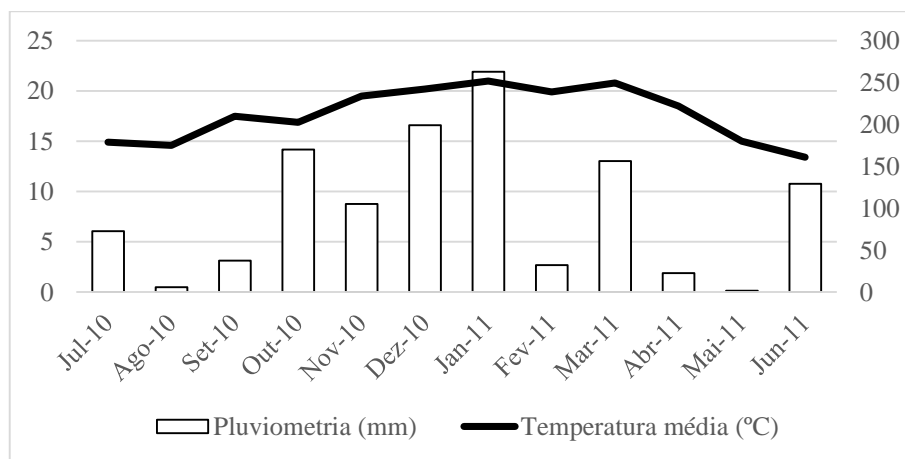


Figura 4.2. Valores de temperatura média (°C) e pluviometria (mm) para o município de Carambeí-Pr, por mês, para o período de estudo.

Estação 1 - Campina do Elias (FIGURA 4.3A). O fundo do rio é areno-lodoso com folhas, galhos e troncos e se apresenta irregular, com pequenas corredeiras sobre rochas, cascalho e areia em locais mais remansados. Nas margens o fundo é lodoso com folhas. Avegetação

ripária é rala com cerca de 10 m de largura na margem esquerda e 5 m na margem direita. Há cultivo agrícola e reflorestamento de *Pinus* sp. próximos ao rio.

Estação 2 - Fazenda São Daniel I (FIGURA 4.3B). O fundo do rio é variado, ora rochoso, ora argiloso, ora com presença de bancos de areia, sempre com galhos e folhas. Nas margens o fundo é argiloso, com folhas e troncos. A vegetação ripária é rala com cerca 20 a 30 metros de largura. Esta estação, bem como a 3, estão localizadas em uma propriedade rural de cultivo agrícola, pecuária (bovinos, suínos e caprinos), reflorestamento de *Pinus* sp. e *Eucalyptus* sp. e extração de argila.

Estação 3 - Fazenda São Daniel II (FIGURA 4.3C). O fundo é areno-lodoso, com presença de laje, folhas e troncos, ora com pequenas corredeiras, ora com remansados, com grande volume de areia. Nas margens o fundo é argiloso e areno-argiloso, com troncos e folhas. A vegetação ripária é rala, com cerca de 30 a 40 m de largura.

Estação 4 –Captação SANEPAR (FIGURA 4.3D). Ponto de confluência entre o rio Lajeado do Carambeí e o rio São João. O fundo é areno-lodoso, com laje, troncos e folhas. Nas margens o fundo é argilo-arenoso com presença de gramíneas e bancos de areia. A floresta ciliar é estreita, com cerca de 4 m de largura e as margens são desprovidas de vegetação arbórea, destacando-se a presença de capim.

Estação 5– Barragem Sguario (FIGURAS 4.3E). Acima da barragem se forma um grande remanso com bancos de areia nas margens do rio. Abaixo dela predomina um lajeado sobre o qual se formam corredeiras. A vegetação ripária da margem direita está degradada, composta por um capoeirão de árvores baixas. Na margem esquerda ocorre uma vegetação campestre com gramíneas contínua com uma mancha de cerrado. As propriedades rurais no entorno têm como atividades plantio e criação de suínos e bovinos.

Estação 6 - Cachoeira do São João (FIGURA 4.3F). Com uma queda d'água com cerca de 4 metros de altura, o fundo é arenoso com presença de lajes e bancos de areia. Nas margens o fundo é areno-argiloso. A vegetação ripária da margem direita é formada por um capoeirão, enquanto na margem esquerda há poucas árvores e, próximos à cachoeira, reflorestamento de *Pinus* sp..

Ponto 7 - Poço do Angico (FIGURA 4.3G). O fundo é areno-lodoso com presença de laje, onde se formam pequenas corredeiras e quedas de água, folhas, troncos e cascalho. Há grandes bancos de areia no leito do rio. Nas margens o fundo é argilo-arenoso vegetado com presença de laje. A vegetação ripária é rala, com cerca de 10 m de largura.

Ponto 8 - Poço das Abelhas (FIGURA 4.3H). Ponto de confluência entre o rio São João e o rio Pitangui. O fundo é areno-lodoso com presença de laje, folhas e troncos. Ocasionalmente há corredeiras sobre as lajes. Nas margens o fundo é areno-lodoso, com laje e troncos. O leito apresenta grandes volumes de areia, principalmente na foz do rio São João. A vegetação ripária tem cerca de 6 m de largura e é contínua com monocultura.

Estação L1 - Clube do Carlão (FIGURA 4.3I). O fundo do rio é formado por laje criando pequenas corredeiras e áreas de remansos. Nas margens o fundo é arenoso com laje. Devido à pequena profundidade do solo a área não sustenta vegetação arbórea. A vegetação ripária é formada principalmente por vegetação campestre, a qual é contínua com cultivo de soja.

Local L2 – E.T.E. Brasil Foods (FIGURA 4.3J). O fundo do rio é areno-lodoso com laje. Nas margens o fundo é areno-lodoso com predomínio de gramíneas. A água ocasionalmente apresenta espumas e óleos. A vegetação ripária está completamente degradada e substituída por capim. Esta estação está localizada a jusante do bairro carambeiense Jardim Brasília, do qual recebe esgoto *in natura* de algumas residências e efluentes da estação de tratamento de esgoto da SANEPAR, da indústria de rações FOCAM, e da empresa Brasil Foods.





Figura 4.3. Estações amostrais no rio São João e Lajeado do Carambeí. A) Estação 1; B) Estação 2; C) Estação 3; D) Estação 4; E) Estação 5; F) Estação 6; G) Estação 7; H) Estação 8; I) Estação L1; J) Estação L2.

Coleta de Dados

As capturas foram realizadas mensalmente no período de julho de 2010 a junho de 2011. O esforço amostral aplicado foi de 24 horas com despescas a cada 12 horas, empregando redes de espera simples, tarrafa, caniço, espinhel, covos e puçás. Exemplares testemunho foram depositados no Museu de Zoologia da Universidade Federal do Paraná.

Análise dos dados

Foram calculadas as frequências de ocorrências de indivíduos de cada espécie por estação amostral e por bimestre.

Os estômagos foram analisados em microscópio estereoscópio. Os itens alimentares foram identificados com auxílio de bibliografias especializadas (STEHR 1987a e 1987b; BICUDO & BICUDO, 1970).

Os volumes dos itens ingeridos foram aferidos por deslocamento da coluna d'água utilizando uma bateria de provetas graduadas, sendo que para itens com volumes inferiores a 0,1 ml o volume foi obtido através da compressão do item com lâmina de vidro sobre placa de Petri milimetrada entre plaquetas de altura conhecida (1 mm), sendo o resultado convertido em mililitros ($1\text{ mm}^3 = 0,001\text{ ml}$) (HELLAWELL & ABEL, 1971).

Os itens foram agrupados em categorias quanto a sua origem e tolerância à degradação ambiental, conforme literatura (WU & SUEN, 1985; METCALFE, 1989; MORO & FÜRSTENBERGER, 1997; JUNQUEIRA & CAMPOS, 1998; CALLISTO; MORETTI; GOULART, 2001; COTA *et al.*, 2002; AZRINA *et al.*, 2005; BOUCHARD JR.; HUGGINS; KRIZ, 2005; CARLISLE *et al.*, 2005; MONTEIRO; OLIVEIRA; GODOY, 2008; TREVISAN; HEPP; SANTOS, 2009; JUNQUEIRA; FRIEDRICH; ARAUJO, 2010; MORO; SANTANA; NEVES, 2011; EBALDI, *et al.*, 2012; KOMULAYNEN & CHEKRYZHEVA, 2013; REMOR *et al.*, 2013). Foram estipuladas 21 categorias, incluindo Bacillariophyta Intolerante (*Achnanthes*, *Amphipleura*, *Cocconeis*, *Cymbella*, *Encyonema*, *Eunotia*, *Fragilaria*, *Frustulia*, *Gomphonema*, *Hydrosera*, *Melosira*, *Navicula*, *Pinnularia*, *Pleurosira*, *Stenopterobia* e *Synedra*), Bacillariophyta Tolerante (*Sellaphora*), Bacillariophyta Indiferente (*Surirella*), Chlorophyta Intolerante (*Closterium*), Cyanobacteria Tolerante (*Spirogyra*), Vegetais Autóctones (Formidaceae, Lemnaceae, Angiosperma), Vegetais Alóctones, Frutos/Sementes, Fragmentos Vegetais, Insetos Autóctones Intolerantes (Coleoptera, Collembola, Ephemeroptera, Hemiptera, Lepidoptera, Neuroptera, Odonata, Plecoptera, Simuliidae, Trichoptera), Insetos Autóctones Tolerantes (Syrphidae), Insetos Autóctones Indiferentes (Ceratopogonidae, Chironomidae, Empididae, Psychodidae, Tipulidae), Insetos Alóctones (Blattodea, Coleoptera, Hemiptera, Homoptera, Hymenoptera, Isoptera, Lepidoptera, Odonata, Orthoptera, Neuroptera, Thysanoptera, Trichoptera), Fragmentos de Insetos, Invertebrados Autóctones Intolerantes (*Aegla*), Invertebrados Autóctones Tolerantes (Hirudinea, Hyalellidae, Hydrachnidia), Invertebrados Alóctones (Aranae, Oligochaeta, Diplopoda, Isopoda, Gastropoda) Ovos de Invertebrados, Escamas, Detritos/Sedimentos e Não identificado.

Foram calculadas a frequência de ocorrência (OC), obtida com base no número de estômagos em que cada item alimentar ocorreu, calculando-se a porcentagem deste em

relação ao total de estômagos com alimento, e a frequência volumétrica (V), obtida com base no volume de cada item alimentar ingerido, calculando-se a porcentagem em relação ao volume total de todos os estômagos analisados (HYSLOP, 1980).

Com os valores de OC e V foi possível calcular o Índice Alimentar (IA_i) (KAWAKAMI & VAZZOLER, 1980), o qual permite avaliar a importância efetiva de cada item na alimentação da espécie, além de variações espaciais e temporais das disponibilidades qualitativas e quantitativas dos diferentes itens ingeridos para cada espécie estudada.

$$Ia_i = \frac{F_i \times V_i}{\sum_{i=1}^n (F_i \times V_i)}$$

IA_i = índice alimentar

i = 1, 2, ... n = determinado item alimentar

F_i = frequência de ocorrência (%) do determinado item

V_i = Volume (%) do determinado item

Os valores de IA_i obtidos para os itens ingeridos foram testados estatisticamente através do software BioEstat 5.3 (AYRES *et al.*, 2007). A análise espacial testou diferenças na alimentação entre as espécies por estação amostral através do teste de Mann-Whitney (ZAR, 2010), e diferenças espaciais na alimentação de cada espécie foram testadas através do teste de Friedman (ZAR, 2010). A similaridade na dieta entre as espécies foi testada através do Índice de Similaridade de Morisita Simplificado (C_H) (KREBS, 1999).

Para a análise temporal, o período de estudo foi dividido em pré-cheia, cheia e pós-cheia, com base nas médias pluviométricas obtidas para cada mês. Diferenças entre as espécies para cada período foram testadas através do teste de Mann-Whitney (ZAR, 2010), enquanto diferenças entre os períodos para cada espécie foram testadas através do teste de Friedman (ZAR, 2010). Foi calculado o Índice de Similaridade de Morisita Simplificado (C_H) (KREBS, 1999) para os períodos, entre *Astyanax aff. paranae* capturados no rio São João e no rio Lajeado do Carambeí, e entre *A. aff. paranae* e *A. aff. fasciatus* capturados no rio São João.

4.4. RESULTADOS

Ao longo do período de estudo foram capturados 1.005 exemplares (FIGURA 4.4A e ANEXO 4.1), sendo 293 de *Astyanax aff. paranae* 712 de *A. aff. fasciatus*. *Astyanax aff. paranae* ocorreu tanto no rio São João (52,9%), com destaque para as estações 7 (17,7%), 5 (11,0%), 1 (7,5%) e 2 (7,2%), respectivamente, quanto no rio Lajeado do Carambeí (47,1%),

com destaque para a estação L1 (37,5%), enquanto *A.aff.fasciatus* ocorreu apenas no rio São João, com destaque para as estações 8 (35,0%), 6 (30,5%) e 7 (15,0%), respectivamente. Houve variação sazonal na captura de indivíduos de ambas as espécies (FIGURA 4.4B e ANEXO 4.2). O período de maior captura se estendeu, para *A. aff.paranae*, de julho/agosto a novembro/dezembro (79,5%), enquanto para *A.aff.fasciatus*, de novembro/dezembro a março/abril (69,7%).

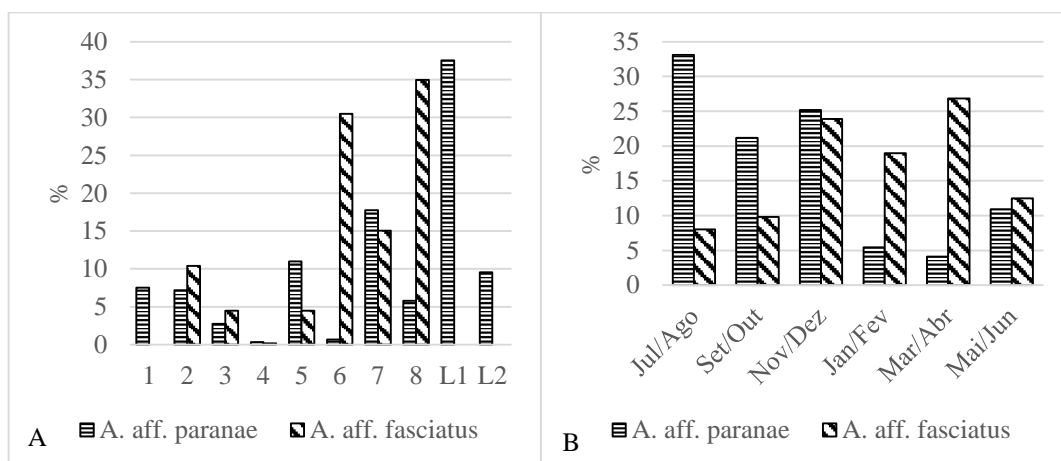


Figura 4.4. Distribuição da frequência de ocorrência percentual de *Astyanaxaff.paranae* e *A. aff.fasciatus*, por estação amostral (A) e por bimestre (B), para a bacia do rio São João.

Na análise espacial da dieta de *A.aff.paranae* (TABELA 4.2), a categoria mais importante nas estações 1, 2, 5, 8 e L1 foi composto pela categoria Insetos Alóctones, na estação 3, por Fruto/Semente, na 6, por Bacillariophyta Intolerante, na 7, por Vegetais Alóctones, e na L2, por Insetos Autóctones Indiferentes. O segundo item mais importante, nas estações 1, 5 e 7 foi composto pela categoria Insetos Autóctones Intolerantes, na 2 e 8, por Fruto/Semente, na 3 e L2, por Insetos Alóctones, na 6, por Fragmentos de Insetos, e na L1, por Insetos Autóctones Indiferentes. As algas, de maneira geral, foram itens importantes apenas nas estações 6, 7 e 8. O teste de Friedman não apontou diferença significativa na comparação dos valores de IAI entre as estações amostrais.

Nematoides do gênero *Procamallanus* ocorreram nos estômagos das duas espécies de *Astyanax*. Por se tratarem de parasitas intestinais, eles não foram tratados como itens alimentares.

Tabela 4.3. Itens alimentares consumidos por *Astyanax aff. paranae* na bacia do rio São João durante o período de estudo e seus respectivos valores de Importância Alimentar (IAi) por estação amostral, valor do Teste de Friedman (F) aplicado aos valores de IAi e valor de p.

Estações	1	2	3	5	6	7	8	L1	L2
Nº de exemplares	22	21	8	32	2	52	17	110	28
Nº de estômagos	11	11	4	21	2	36	16	75	15
Itens Alimentares	IAi								
Bacillariophyta Intolerante	0,003				0,542	0,170	0,076	0,001	
Bacillariophyta Tolerante					0,006	0,001	0,000	0,000	
Bacillariophyta Indiferente					0,006	0,001	0,000	0,000	
Chlorophyta Intolerante	0,001					0,000		0,000	
Cyanobacteria Tolerante						0,000	0,000		
Vegetais Autóctones		0,010		0,001		0,019	0,001	0,002	0,001
Vegetais Alóctones	0,010	0,010		0,005	0,090	0,323	0,137	0,026	0,063
Frutos/Sementes		0,332	0,830	0,000		0,023	0,234	0,001	
Fragmentos Vegetais								0,000	0,005
Insetos Autóct. Intolerantes	0,248	0,206		0,025	0,077	0,278	0,039	0,140	0,219
Insetos Autóct. Indiferentes	0,015			0,004	0,006	0,005	0,000	0,171	0,342
Insetos Alóctones	0,499	0,430	0,116	0,950	0,019	0,124	0,359	0,586	0,294
Fragmentos de Insetos	0,139	0,002	0,054	0,002	0,213	0,004	0,001	0,045	0,020
Invert. Autóct. Tolerantes						0,000		0,002	
Invertebrados Alóctones				0,008	0,039	0,052	0,000	0,009	0,009
Ovos de Invertebrados	0,075					0,000			
Peixe							0,149	0,000	
Escamas						0,000		0,000	
Detritos/Sedimentos	0,010	0,010		0,004		0,001	0,003	0,017	0,013
Não identificado									0,035
Nematoda					1	1		4	
Friedman (F)									10,2667
Valor de p									0,25

Na análise espacial da alimentação de *A. aff. fasciatus* (TABELA 4.3), Insetos Alóctones compuseram a categoria mais importante em todas as estações amostrais. O segundo item mais importante, nas estações 2, 5 e 6, foi composto por Insetos Intolerantes, na estação 3, por Fruto/Sementes, na 7, por Bacillariophyta Intolerante, e na 8, por Vegetais Alóctones. As algas, de maneira geral, foram itens importantes apenas nas estações 6 e 7. Insetos Autóctones Indiferentes ocorreram em todas as estações, porém foram importantes apenas na estação 5, onde compuseram 10% da alimentação da espécie. O teste de Friedman não apontou diferença significativa na comparação dos valores de IAi entre as estações amostrais.

Tabela 4.4. Itens alimentares consumidos por *Astyanax aff. fasciatus* na bacia do rio São João durante o período de estudo e seus respectivos valores de Importância Alimentar (IAi) por estação amostral, valor do Teste de Friedman (F) aplicado aos valores de IAI e valor de p.

Estações	2	3	5	6	7	8
Nº de exemplares	74	32	32	217	107	249
Nº de estômagos	52	20	19	186	98	182
Itens Alimentares	IAi					
Bacillariophyta Intolerante	0,000			0,088	0,284	0,011
Bacillariophyta Tolerante				0,000	0,000	0,000
Bacillariophyta Indiferente				0,000	0,001	0,000
Chlorophyta Intolerante	0,000			0,000	0,001	0,000
Cyanobacteria Tolerante				0,001	0,005	0,000
Vegetais Autóctones	0,011	0,003	0,007	0,052	0,030	0,004
Vegetais Alóctones	0,006	0,013	0,071	0,044	0,062	0,124
Frutos/Sementes	0,022	0,119	0,052	0,047	0,038	0,077
Fragmentos Vegetais	0,000	0,008	0,001	0,006	0,010	0,031
Insetos Autóct. Intolerantes	0,121	0,093	0,341	0,171	0,053	0,036
Insetos Autóct. Tolerantes					0,000	
Insetos Autóct. Indiferentes	0,016	0,042	0,099	0,012	0,040	0,010
Insetos Alóctones	0,760	0,680	0,418	0,541	0,458	0,679
Fragmentos de Insetos	0,057	0,034	0,003	0,028	0,006	0,013
Invert. Autóct. Intolerantes	0,000	0,004			0,000	0,000
Invert. Autóct. Tolerantes			0,000	0,000		0,000
Invertebrados Alóctones	0,005	0,002	0,001	0,002	0,001	0,008
Ovos de Invertebrados					0,008	0,000
Escamas	0,000			0,000	0,000	0,000
Detritos/Sedimentos	0,001	0,002	0,008	0,002	0,004	0,002
Não identificado				0,005	0,000	0,003
Nematoda			3	11	1	10
Friedman (F)						2,5374
Valor de p						0,77

Nas estações onde ambas as espécies ocorreram, a dieta entre elas foi comparada através da análise de Mann-Whitney, a qual apontou diferença significativa apenas para a estação 3 (TABELA 4.4). Também foi aplicado o índice de similaridade de Morisita simplificado (C_H), no qual a dieta entre *A. aff. paranae* e *A. aff. fasciatus* na estação 3 apresentou a menor similaridade ($C_H = 0,7077$), seguida pela estação 6 ($C_H = 0,8239$), enquanto a estação 7 registrou a maior similaridade ($C_H = 0,9477$).

Tabela 4.5. Teste de Mann-Whitney (U) e Índice de Similaridade de Morisita Simplificado (C_H) aplicado aos valores de IAI comparando a alimentação entre *Astyanax aff. paranae* e *A. aff. fasciatus* por estação amostral.

Estações amostrais	2	3	5	6	7	8
Z (U)	0,5284	2,1341	1,4118	0,7007	0,7295	0,5516
Valor de p (bilateral)	0,60	0,03*	0,16	0,48	0,47	0,58
Similaridade (C_H)	0,8930	0,7077	0,9353	0,7899	0,9477	0,9189

* $p < 0,05$

A análise temporal da dieta de *A. aff. paranae* foi realizada individualmente para os rios São João e Lajeado do Carambeí (TABELA 4.5). No rio São João, a categoria mais importante no período de pré-cheia foi Insetos Autóctones Intolerantes seguida por Insetos Alóctones, Bacillariophyta Intolerante e Vegetais Alóctones e Autóctones. No período de cheia, a categoria mais importante foi Insetos Alóctones seguida por Fruto/semente, Invertebrados Alóctones, Insetos Autóctones Intolerantes e Vegetais Alóctones. No período de pós-cheia, a categoria mais importante foi composta por Vegetais Alóctones, seguido por Insetos Autóctones Intolerantes, Insetos Alóctones, Bacillariophyta Intolerante, e Fruto/Semente. O teste de Friedman não apontou diferença significativa na comparação dos valores de IAI entre os períodos.

No período de cheia houve diminuição na importância das categorias de origem autóctone, e um expressivo aumento na importância daquelas de origem alóctone. As categorias Peixe e Escamas foram consumidos exclusivamente na cheia, enquanto Ovos de Invertebrados foram consumidos exclusivamente no pós-cheia. Algas tolerantes e intolerantes à degradação ambiental, bem como Invertebrados Autóctones Tolerantes, ocorreram em todos os períodos.

No rio Lajeado do Carambeí, a maior variedade de categorias consumidos ocorreu no período de pré-cheia, com destaque para Insetos Alóctones, seguida por Insetos Autóctones Indiferentes, Insetos Autóctones Intolerantes, e Fragmentos de Insetos. No período de cheia, Insetos Alóctones compuseram a categoria mais importante, seguida por Insetos Autóctones Intolerantes e Fragmentos de Insetos. No período de pós-cheia, a categoria mais importante foi composta por Insetos Autóctones Indiferentes seguido por Vegetais Alóctones e Fragmentos de Insetos. O teste de Friedman não apontou diferenças significativas na comparação dos valores de IAI entre os períodos.

Algas, Vegetais Autóctones, Invertebrados Alóctones, Peixe e Escamas foram consumidos exclusivamente no período de pré-cheia. Na época de cheia, houve uma diminuição na importância de Insetos Autóctones Intolerantes e Tolerantes na dieta da espécie e um aumento expressivo na importância de Insetos Alóctones. No período de pós-cheia,

houve um forte aumento na importância de Insetos Autóctones Indiferentes e de Vegetais Alóctones na dieta.

Tabela 4.6. Itens alimentares consumidos por *Astyanax aff. paranae* no rio São João e no rio Lajeado do Carambeí e seus respectivos valores de Importância Alimentar (IAi) durante a época de Pré-cheia, Cheia e Pós-cheia, valor do Teste de Friedman (F) aplicado aos valores de IAi e valor de p.

Período	Rio São João			Rio Lajeado do Carambeí		
	Pré-cheia	Cheia	Pós-cheia	Pré-cheia	Cheia	Pós-cheia
Nº de exemplares	53	61	39	79	53	7
Nº de estômagos	32	44	25	57	28	5
Itens Alimentares	IAi			IAi		
Bacillariophyta Intolerante	0,207	0,029	0,091	0,00x'2		
Bacillariophyta Tolerante	0,001	0,000		0,000		
Bacillariophyta Indiferente	0,001	0,000	0,000	0,000		
Chlorophyta Intolerante	0,001	0,000		0,000		
Cyanobacteria Tolerante	0,000	0,000	0,000			
Vegetais Autóctones	0,024	0,003	0,003	0,009		
Vegetais Alóctones	0,044	0,054	0,493	0,010	0,004	0,122
Frutos/Sementes	0,017	0,088	0,070	0,001		0,000
Fragmentos Vegetais	0,008	0,002	0,003	0,000		0,033
Insetos Autóct. Intolerantes	0,315	0,059	0,209	0,225	0,133	0,041
Insetos Autóct. Indiferentes	0,017	0,000	0,002	0,284	0,001	0,610
Insetos Alóctones	0,242	0,663	0,117	0,376	0,845	0,041
Fragmentos de Insetos	0,008	0,009	0,002	0,051	0,010	0,114
Invert. Autóct. Tolerantes	0,000	0,000	0,000	0,003		
Invertebrados Alóctones	0,003	0,063		0,008	0,006	0,041
Ovos de Invertebrados			0,005			
Peixe		0,030		0,000		
Escamas		0,000		0,000		
Detritos/Sedimentos	0,006	0,001	0,003	0,028	0,001	
Não identificado				0,000	0,000	
Friedman (F)			2,8684			3,3611
Valor de p			0,24			0,19

Não houve variação sazonal significativa na dieta de *A. aff. paranae* entre o rio São João e o rio Lajeado do Carambeí, conforme apontou o teste de Mann-Whitney (TABELA 4.6). Ainda, conforme o índice de similaridade de Morisita simplificado (C_H), as dietas da espécie entre os rios São João e Lajeado do Carambeí exibiram uma diminuição na similaridade entre os períodos de pré-cheia, cheia e pós-cheia.

Tabela 4.7. Teste de Mann-Whitney (U) e Índice de Similaridade de Morisita Simplificado (C_H) aplicado aos valores de IAI comparando a alimentação de *Astyanax aff. paranae* entre os rios São João e Lajeado do Carambeí durante a época de Pré-cheia, Cheia e Pós-cheia.

Valores	Pré-cheia	Cheia	Pós-cheia
Z (U)	0,5109	12,992	0,6844
Valor de p (bilateral)	0,61	0,19	0,49
Similaridade (C_H)	0,8478	0,7712	0,6128

Na análise temporal da dieta de *A. aff. fasciatus* (TABELA 4.7), a categoria Insetos Alóctones foi a mais importante durante o ano. No período de pré-cheia, Bacillariophyta Intolerante foi a segunda categoria mais importante, seguida por Insetos Autóctones Intolerantes, Vegetais Alóctones e Fruto/Semente. No período de cheia, a segunda categoria mais importante foi composta por Insetos Autóctones Intolerantes, seguido por Fruto/Semente, Vegetais Alóctones e Bacillariophyta Intolerante. No período de pós-cheia, a segunda categoria mais consumida foi composta por Vegetais Alóctones, seguida por Insetos Autóctones intolerantes e Bacillariophyta Intolerante.

No período de cheia houve uma forte queda na importância das algas em relação ao período pré-cheia, bem como um aumento no consumo de categorias de origem alóctone. O teste de Friedman não apontou diferenças significativas na comparação dos valores de IAI entre os períodos.

Tabela 4.8. Itens alimentares consumidos por *Astyanax aff. fasciatus* no rio São João e seus respectivos valores de Importância Alimentar (IAi) durante a época de Pré-cheia, Cheia e Pós-cheia, valor do Teste de Friedman (F) aplicado aos valores de IAI e valor de p.

Período	Pré-cheia	Cheia	Pós-cheia
Nº de exemplares	91	294	326
Nº de estômagos	71	234	252
Itens Alimentares	IAi		
Bacillariophyta Intolerante	0,178	0,041	0,056
Bacillariophyta Tolerante	0,001	0,000	0,000
Bacillariophyta Indiferente	0,001	0,000	0,000
Chlorophyta Intolerante	0,002	0,000	0,000
Cyanobacteria Tolerante	0,000	0,000	0,003
Vegetais Autóctones	0,018	0,039	0,016
Vegetais Alóctones	0,037	0,054	0,092
Frutos/Sementes	0,012	0,107	0,044
Fragmentos Vegetais	0,005	0,023	0,010
Insetos Autóct. Intolerantes	0,143	0,132	0,057
Insetos Autóct. Tolerantes			0,000
Insetos Autóct. Indiferentes	0,053	0,008	0,019
Insetos Alóctones	0,538	0,554	0,676

Continuação			
Tabela 4.7			
Fragmentos de Insetos	0,006	0,024	0,019
Invert. Autóct. Intolerantes	0,002	0,000	0,000
Invert. Autóct. Tolerantes	0,000	0,000	0,000
Invertebrados Alóctones	0,002	0,009	0,001
Ovos de Invertebrados	0,000	0,002	0,000
Escamas	0,000	0,001	0,000
Detritos/Sedimentos	0,001	0,003	0,003
Não identificado	0,000	0,002	0,002
Friedman (F)			0,8810
Valor de p			0,64

A variação temporal da dieta de *A.aff.fasciatus* não diferiu significativamente daquela de *A. aff.paranae* para o rio São João, conforme apontou o teste de Mann-Whitney (TABELA 4.8). Ainda, o índice de similaridade de Morisita simplificado (C_H) apontou alta similaridade entre as dietas das espécies para os períodos de pré-cheia, cheia e pós-cheia no rio São João.

Tabela 4.9. Teste de Mann-Whitney (U) e Índice de Similaridade de Morisita Simplificado (C_H) aplicado aos valores de IAi comparando a alimentação entre *Astyanaxaff.paranae* e *A. aff.fasciatus* durante a época de Pré-cheia, Cheia e Pós-cheia no rio São João.

Valores	Pré-cheia	Cheia	Pós-cheia
Z (U)	0,0	0,5912	0,4654
Valor de p (bilateral)	1,0	0,55	0,64
Similaridade (C_H)	0,9397	0,9550	0,9749

4.5. DISCUSSÃO

Dentre os fatores que influenciam a distribuição espacial e longitudinal de espécies de peixes, a geomorfologia é um dos mais importantes, pois muitos dos gradientes físicos e químicos que interferem na distribuição desses animais são resultantes da história geológica e ecológica desse dado ambiente (OLIVEIRA & GOULART, 2000). Durante o período de estudos, *Astyanaxaff.paranae* foi capturada em todas as estações amostrais, com destaque para as estações L1 e L2, áreas com pequena largura e baixa profundidade, e que concentraram 47,1% da amostra, enquanto *A.aff.fasciatus* foi capturada exclusivamente no rio São João, com 85% da amostra sendo coletada no seu trecho inferior (estações 5 a 8), onde a largura do rio é consideravelmente maior, bem como sua profundidade. Essas diferenças na distribuição das espécies estão provavelmente relacionadas à geomorfologia do rio, pois *A.aff.paranae* exibe preferência por cabeceiras e riachos de pequeno porte (GARUTTI & BRITSKI, 2000; PEREZ-JÚNIOR, 2002; FERREIRA, 2007; APONE; OLIVEIRA;

GARAVELLO, 2008), enquanto *A. aff. fasciatus* prefere ambientes com maior largura e profundidade, mansos ou caudalosos (BENNEMANN *et al.*, 2005; ARTONI *et al.*, 2006; SHIBATTA; GEALH; BENNEMANN, 2007; CARMASSI, 2008).

Variações sazonais na captura de peixes podem estar relacionadas com variações pluviométricas (LOWE-McCONNELL, 1999), estágio reprodutivo das espécies, sexo e área geográfica, entre outros fatores ecológicos (ANGERMEIER & KARR, 1983). Neste estudo, as variações sazonais na captura de indivíduos de ambas as espécies coincidiram com o período reprodutivo das mesmas. *Astyanax aff. paranae* parece ser endêmico desta bacia e seu período reprodutivo se estende de julho/agosto a novembro/dezembro (ver capítulo 3), enquanto *A. aff. fasciatus* realiza pequenas migrações ascendentes, provindo do rio Tibagi (GEALH, 2010) em direção ao rio Pitangui, no qual realiza suas desovas de novembro/dezembro a março/abril (MORAES, CORNÉLIO, BORBOLA, 2010) (ver capítulo 2) e, durante esses deslocamentos, a população adentra o rio São João em busca de alimento e abrigo.

Embora entre estas espécies existam diferenças na ocupação espacial em relação ao porte do rio, o hábitat preferencial do gênero é a área próxima às margens (BENNEMANN *et al.*, 2005), na qual esses animais encontram abrigo e, principalmente, alimento (ESTEVES, 1995). Esse aspecto é amplamente relatado na literatura (CASATTI, 2002; SANT'ANNA *et al.*, 2006; ABILHOA; DUBOC; AZEVEDO-FILHO, 2008) e favorece o consumo de recursos alóctones, os quais, nesta pesquisa, foram os itens de maior importância na alimentação de ambas as espécies.

O sombreamento ocasionado pela vegetação ripária sobre o rio reduz o aporte de energia solar que atinge a superfície da água acarretando a queda da produção primária algal e diminuindo a disponibilidade desse recurso como item alimentar para a ictiofauna (LOWE-McCONNELL, 1975). Nas estações 1, 2, 3 e L1 a vegetação ripária ainda é relativamente bem preservada e fornece sombreamento ao rio. Nesse tipo de ambiente a ictiofauna é muito dependente da vegetação ciliar (VITULLE & ARANHA, 2002; BARRETO & ARANHA, 2006; TERESA & CASATTI, 2010) sob duas formas (ESTEVES & ARANHA, 1999; OYAKAWA *et al.*, 2006): direta, como na estação 3, na qual Frutos/Sementes constituíram a principal categoria explorada por *A. aff. paranae*, ou como nas demais estações, nas quais folhas e flores foram consumidas pelas espécies; e indireta, ao fornecer condições adequadas para a manutenção de insetos terrestres (FERREIRA 2008) e quando o folhicho que cai no rio fornece alimento e abrigo às fases imaturas de insetos aquáticos (NALIM *et al.*, 2008;

SHIBATTA *et al.*, 2008), os quais constituíram importantes recursos explorados por ambas as espécies na bacia.

Vegetais superiores, embora tenham sido consumidos nas estações 1, 2, 3 e 5, tiveram maior importância na dieta dos exemplares capturados nas estações 6, 7 e 8, áreas estas que concentraram os indivíduos de maior tamanho corporal de ambas as espécies (Ver capítulos 2 e 3). *Astyanax* exibe variações na dieta ligadas a ontogenia, com indivíduos menores se alimentando principalmente de itens de origem animal, enquanto indivíduos maiores exploram principalmente recursos vegetais (BARBOSA & MATSUMURA-TUNDISI, 1984; ESTEVES, 1996; ANDRIAN; SILVA; PERETTI, 2001; WOLFF *et al.*, 2009; MAZZONI; NERY; IGLESIAS-RIOS, 2010). Essas variações decorrem tanto da demanda energética do indivíduo quanto de limitações morfológicas durante sua ontogenia (WOTTONN, 1999; ABELHA *et al.*, 2001), onde o incremento ontogenético do comprimento do intestino em relação ao comprimento corporal aumenta a capacidade de absorção intestinal, sendo esperado, nesses casos, um aumento da participação de recursos de origem vegetal na dieta a medida que esses animais crescem (ZAVALA-CAMIM, 1996; MAZZONI; NERY; IGLESIAS-RIOS, 2010). Assim, é provável que as diferenças no consumo de vegetais superiores entre as estações 1, 2, 3 e 5 e as estações 6, 7 e 8 estejam ligadas à variações ontogenéticas na dieta.

Frutos e sementes constituem recursos comumente explorados por *Astyanax* (ANDRIAN; SILVA; PERETTI, 2001; VILELLA; BECKER; HARTZ, 2002; FERREIRA, 2004; BENNEMANN *et al.*, 2005; ABELHA *et al.*, 2006; FERREIRA 2008; GONÇALVES, 2009; WOLFF *et al.*, 2009; MAZZONI *et al.*, 2010; MAZZONI; NERY; IGLESIAS-RIOS, 2010; SILVA; DELARIVA; BONATO, 2012) e sua ingestão, certamente, é uma adaptação à sazonalidade na disponibilidade de alimentos (ARAÚJO-LIMA; AGOSTINHO; FABRÉ, 1995), uma vez que na bacia do rio São João esses recursos foram explorados principalmente no período de cheia. Além disso, alguns trabalhos consideram *Astyanax* como um potencial dispersor de sementes oriundas da vegetação ripária (VILELLA; BECKER; HARTZ, 2002; WOLFF *et al.*, 2009)

A categoria Insetos Alóctones compõe a principal categoria consumida por ambas as espécies de *Astyanax*, com destaque para adultos de Hymenoptera (Formicidae) e de Coleoptera. A contribuição de Formicidae na dieta de peixes é notável (CASATTI; FERREIRA; CARVALHO, 2009) e, em conjunto com Coleoptera, constituem os principais recursos alóctones citados na dieta de *Astyanax* (ESTEVES, 1996; ANDRIAN; SILVA;

PERETTI, 2001; FERREIRA, 2004; FERREIRA, 2007; FERREIRA, 2008; CRIPPA; HAHN; FUGI, 2009; MAZZONI *et al.*, 2010; MAZZONI; NERY; IGLESIAS-RIOS, 2010). Invertebrados terrestres, principalmente insetos adultos, na maioria das vezes caem na água durante o voo (HANH & FUGI, 2007) ou são carregados para o rio durante as chuvas (ESTEVES & ARANHA, 1999), e seu elevado consumo na bacia do rio São João expressa o oportunismo trófico do gênero em explorar recursos arrastados pela correnteza (UIEDA, 1983; CASATTI, 2002; ABILHOA; DUBOC; AZEVEDO-FILHO, 2008; FERREIRA 2008).

Insetos de origem autóctone constituíram o segundo recurso mais importante na dieta das espécies. Invertebrados aquáticos, com destaque para insetos em diferentes fases de desenvolvimento, são itens constantes na dieta de *Astyanax* (ESTEVES, 1996; ANDRIAN; SILVA; PERETTI, 2001; FERREIRA, 2004; ABELHA *et al.* 2006; FERREIRA, 2007; FERREIRA, 2008; CRIPPA; HAHN; FUGI, 2009; MAZZONI *et al.*, 2010; MAZZONI; NERY; IGLESIAS-RIOS, 2010). Na bacia do rio São João, o fundo dos rios na maioria das estações exibia raízes, troncos, galhos e folhas, bem como arranjos em rochas, os quais formam micro-habitats que favorecem o desenvolvimento de formas jovens de insetos e outros organismos (GORDON, 1993), que são aproveitados como recursos alimentares pela ictiofauna (ARAÚJO-LIMA; AGOSTINHO; FABRÉ, 1995).

Larvas de Trichoptera e Ninfas de Ephemeroptera foram os principais itens que constituíram a categoria Insetos Autóctones Intolerantes. Esses grupos habitam águas limpas e bem oxigenadas, e sua presença no ambiente constitui, de maneira geral, um indicativo de qualidade ambiental variando de ótima a moderada (METCALFE, 1989; JUNQUEIRA & CAMPOS, 1998; COTA *et al.*, 2002; AZRINA *et al.*, 2005; BOUCHARD JR.; HUGGINS; KRIZ, 2005; MONTEIRO; OLIVEIRA; GODOY, 2008; CASATTI; FERREIRA; CARVALHO, 2009; JUNQUEIRA; FRIEDRICH; ARAUJO, 2010). O elevado consumo dessa categoria por ambas as espécies reflete a sua abundância na bacia, que possui águas claras e ricamente oxigenadas (VIANA *et al.*, 2011). Já o baixo consumo dessa categoria na estação 8 pode estar ligado ao assoreamento do leito do rio, fato constatado por Power(1983) em riachos do Panamá.

A categoria Invertebrados Autóctones Intolerantes foi composta por *Aegla*, sendo consumida exclusivamente por *A. aff.fasciatus*, nas estações 2, 3, 7 e 8. Esses crustáceos são encontrados apenas em ambientes com boas condições e águas relativamente bem oxigenadas, sendo extremamente sensíveis às variações ou perturbações ambientais (TREVISAN; HEPP; SANTOS, 2009), constituindo, assim, indicadores de boa qualidade ambiental (REMOR *et*

al., 2013). O consumo desse recurso na bacia do rio São João refletiu a sua abundância no ambiente, pois, conforme Andrade & Lima (2011), avaliando a abundância e a distribuição espaço-temporal de *Aegla castro* na bacia do rio São João, esses animais foram capturados principalmente nas estações 2 e 3, sendo registrados também, embora em número significativamente inferior, nas estações 1, 4, 7 e L2.

A categoria Insetos Autóctones Indiferentes foi constituída por fases imaturas de dípteros das famílias Ceratogonopterinae, Chironomidae, Empididae, Psycodidae e Tipulidae. Organismos dessas famílias constituem indicadores de qualidade ambiental que pode variar de boa a muito ruim (JUNQUEIRA & CAMPOS, 1998; CALLISTO; MORETTI; GOULART, 2001; COTA *et al.*, 2002; AZRINA *et al.*, 2005; BOUCHARD JR.; HUGGINS; KRIZ, 2005; ARIMORO; IKOMI; IWEGBUE, 2007; CARLISLE *et al.*, 2007; MONTEIRO; OLIVEIRA; GODOY, 2008; CASATTI; FERREIRA; CARVALHO, 2009; JUNQUEIRA; FRIEDRICH; ARAUJO, 2010). Essa categoria, com grande destaque para larvas e pupas de Chironomidae, foi muito importante na dieta de *A.aff.paranae* no rio Lajeado do Carambeí, além de ter sido consumida por ambas as espécies no rio São João. Chironomidae foi abundante na dieta de *A. aff.paranae* na estação L2, a qual registrou os piores valores para as análises dos parâmetros físicos e químicos da água (VIANA *et. al.*, 2011). Entretanto, a elevada ingestão dessa família na estação L1, a qual apresentou valores de parâmetros da água sempre dentro daqueles estabelecidos pela legislação (CONAMA, 2005), dificulta generalizações sobre a qualidade ambiental dessas áreas em uma análise espacial. Os Chironomidae estão entre os invertebrados aquáticos mais consumidos pelos peixes (HANH & FUGI, 2007), pois, devido à sua característica oportunista (HIGUTI & TAKEDA, 2002), são abundantes em muitos ambientes aquáticos (ESTEVES & ARANHA, 1999). Esses animais habitam o sedimento e a vegetação aquática, consumindo grande variedade de matéria orgânica (HIRABAYASHI & WOTTON, 1998; ROSIN & TAKEDA, 2007) e podem tolerar fortes alterações nos parâmetros físicos e químicos da água, incluindo grandes quantidades de nutrientes como fósforo, proveniente de fontes poluidoras domésticas e industriais (KLEINE & TRIVINHO-STRIXINO, 2005; MILESI *et al.*, 2009; MORMUL *et al.*, 2009).

Nos trechos onde a calha do rio tem maior largura, a cobertura imposta pela vegetação ripária sobre o rio é menor, aumentando assim a incidência de luz sobre a superfície do rio. Nesses ambientes a disponibilidade de produtores primários tende a aumentar (ANGERMEIER & KARR, 1983; LOWE-McCONNELL, 1999) e, devido a menor

necessidade de importação de recursos alóctones para a manutenção das comunidades lólicas (CASTRO, 1999), é esperado que os peixes exibam um aumento no consumo de recursos autóctones e uma diminuição na ingestão de itens de origem alóctone (ARAÚJO-LIMA; AGOSTINHO; FABRÉ, 1995), como foi observado na estação 5 para *A. aff. fasciatus* nas estações 6 e 7 para ambas as espécies. Contrariando essa tendência, itens alóctones tiveram grande importância na alimentação dos exemplares de *A. aff. paranae* capturados na estação 5 e na dos indivíduos de ambas as espécies capturados na estação 8.

As diferenças observadas entre as dietas de *A. aff. paranae* e *A. aff. fasciatus* na estação 5 parecem estar relacionadas a uma partilha de recursos, o que diminui competição entre espécies congêneras e permite a sua co-ocorrência (ARANHA; CARAMASCHI; CARAMASCHI, 1999; SILVA; DELARIVA & BONATO, 2010). Entretanto, outro fator importante a ser destacado e que pode ter influenciado tal segregação alimentar está relacionado ao assoreamento do leito do rio. Conforme Power (1983), o aumento no assoreamento impacta fortemente a produtividade do perifíton e reduz a abundância dos invertebrados que dele dependem, o que pode explicar o baixo consumo de recursos autóctones por ambas as espécies nas estações 5 e 8, culminando numa marcante, embora não significativa, partilha de recursos entre as espécies de *Astyanax* dessas áreas.

Um importante fator a ser considerado na análise da dieta de peixes, além da abundância e da disponibilidade dos recursos, é a preferência alimentar que esses animais podem exibir por determinados itens (ANGERMEIER & KARR, 1983; ZAVALA-CAMIN, 1996), a qual pode ser influenciada pela ontogenia do animal (WOOTTON, 1999). Bacilariofíceas foram registradas por Moro; Santana; Neves (2010) em todas as estações amostrais contempladas nesta pesquisa e, no entanto, esses recursos foram importantes apenas nas estações 6 e 7, sendo pouco ingeridos nas estações 1, 2, 8, L1 e L2, e não sendo explorados nas estações 3 e 5. As estações 1, 2, 3, 5, L1 e L2 concentraram 50,1% dos indivíduos com comprimento corporal padrão inferior a 7,5 cm, tamanho a partir do qual Wolff *et al.* (2009) encontraram para *A. fasciatus* uma significativa diminuição na preferência alimentar por recursos de origem animal e um aumento no consumo de recursos de origem vegetal. Conforme a literatura, indivíduos de *Astyanax* de pequeno porte exibem preferência por itens de origem animal devido a pequena relação entre o seu comprimento intestinal e o seu comprimento corporal (BARBOSA & MATSUMURA-TUNDISI, 1984; ESTEVES, 1996; ANDRIAN; SILVA; PERETTI, 2001; CRIPPA; HAHN; FUGI, 2009; WOLFF *et al.*, 2009; MAZZONI; NERY; IGLESIAS-RIOS, 2010). Assim, embora algas filamentosas e

unicelulares constituam importantes recursos na dieta de *Astyanax* (BARBOSA & MATSUMURA-TUNDISI, 1984; HAHN *et al.*, 1998; FERREIRA, 2004; ABELHA *et al.* 2006; HAHN & FUGI, 2007; CRIPPA; HAHN; FUGI, 2009; MAZZONI *et al.*, 2010; MAZZONI; NERY; IGLESIAS-RIOS, 2010), as diferenças espaciais observadas no seu consumo na bacia do rio São João podem expressar, além da sua abundância no ambiente, um comportamento de preferência alimentar relacionado à ontogenia.

Bacilariofíceas Intolerantes à poluição foram consumidas nas estações 1, 2, 6, 7, 8 e L1, com destaque para *Hydrosera* e *Melosira*. Esses grupos se organizam em cadeias filamentosas, podendo ocorrer tanto no perifíton quanto no plâncton (LANDUCCI & LUDWING, 2005), constituindo indicadores de qualidade ambiental variando de boa a moderada (MORO & FÜRSTENBERGER, 1997; MORO; SANTANA; NEVES, 2010).

As categorias Insetos Autóctones Tolerantes, Invertebrados Autóctones Tolerantes, Bacilariofíceas Tolerantes e Bacilariofíceas Indiferentes a degradação ambiental foram consumidas entre as estações 5, 6, 7, 8 e L1. No entanto, sua participação na dieta foi muito pequena, o que pode indicar que esses grupos ocorreram em pequena abundância no ambiente ou que *Astyanax* tenha preferido explorar outros recursos nessas estações, talvez por uma preferência alimentar ou melhor acessibilidade a outros itens presa (ANGERMEIER & KARR, 1983). No entanto, vale ressaltar que a ocorrência dessas categorias pode indicar a presença de fontes poluidoras próximas à essas áreas

Escamas constituem um recurso comum na dieta de *Astyanax* (NOMURA, 1975; ARCIFA & MESCHIATTI, 1993; MESCHIATTI, 1995; ESTEVES, 1996; VILELA; BECKER; HARTZ, 2002; BENNEMANN *et al.*, 2005; FERREIRA, 2007; PEREIRA, 2008; GONÇALVES, 2009) e a sua ingestão pode estar relacionada ou a interações agressivas entre indivíduos da mesma espécie ou de espécies diferentes durante deslocamentos em cardumes (SAZIMA, 1983), ou a ingestão acidental durante a busca de alimento na região bentônica do rio (LOLIS & ANDRIAN, 1996), ou a ingestão proposital, tendo em vista que elas contêm cerca de 20% do total de cálcio presente no corpo de muitas espécies de peixes (TAKAGI, HIRANO; YAMADA, 1989), e constituiriam uma importante fonte desse elemento no ambiente.

O item Detrito/Sedimento foi ingerido na maioria das estações, porém, como o consumo dessa categoria teve pouca importância na alimentação das espécies, acreditamos que sua ingestão foi acidental, tendo sido consumidos juntamente com sementes, vegetais ou

insetos explorados junto ao substrato ou às margens do rio (ARAÚJO-LIMA; AGOSTINHO; FABRÉ, 1995; ABELHA *et al.* 2006).

Em ambientes naturais, variações sazonais de temperatura e pluviosidade podem alterar os parâmetros físicos e químicos da água e, associadas às oscilações na vazão, morfologia e profundidade do rio ocasionada pelo regime de chuvas, influenciam na diversidade e a abundância dos recursos alimentares disponíveis à ictiofauna, resultando em mudanças na dieta dos peixes (ESTEVES & ARANHA, 1999; ABELHA *et al.*, 2001; HANH & FUGI, 2007).

No período de chuva, a precipitação sobre a vegetação ripária e o escoamento da água sobre o solo carregam folhas, flores, frutos, sementes e invertebrados terrestres para o leito do rio, aumentando significativamente a disponibilidade desses itens como recursos alimentares para os peixes (ANGERMEIER & KARR 1983; LOPES & ANDRIAN, 1996; REZENDE & MAZZONI, 2005). Nesse período, *A. aff. paranae* teve um aumento no consumo das categorias Insetos Alóctones, Invertebrados Alóctones e Frutos/Sementes, enquanto *A. aff. fasciatus* exibiu maior consumo das categorias Invertebrados Alóctones e Frutos/Sementes. Porém, alguns recursos de origem alóctone foram consumidos principalmente no período de pós-cheia, como observado para as categorias Vegetais Alóctones, para ambas as espécies, que aumentaram nesse período provavelmente devido à queda de folhas no leito do rio durante o outono, e Insetos Alóctones, para *A. aff. fasciatus*, o que pode estar relacionado às fortes chuvas que ocorreram nos meses de março e junho, quando essa categoria constituiu o principal recurso explorado por essa espécie. Aumentos no consumo de recursos alóctones durante os períodos de chuva por *Astyanax* são bem relatados na literatura (ARCIFA & MESCHIATTI, 1993; ESTEVES, 1996; FERREIRA 2008) e reforçam o caráter oportunista do gênero, que explora os recursos mais abundantes no ambiente nas diferentes épocas do ano (ABILHOA, 2007).

A importância da categoria Insetos Alóctones na dieta de *A. aff. paranae* nos períodos de pré-cheia e pós-cheia no rio São João foi menor em relação àquela do período de cheia, provavelmente devido a maior abundância de insetos terrestres carregados para o rio durante as precipitações que ocorreram na estação chuvosa (ZARET & RAND, 1971; LOWE-MCCONNELL, 1975; ANGERMEIER & KARR, 1983). No entanto, essa mesma categoria foi a mais importante na alimentação de *A. aff. fasciatus* em todos os períodos do ano. Isso expressa uma partilha de recursos entre essas espécies, a qual é propiciada pela enorme gama de itens alimentares disponíveis no ambiente (SILVA; DELARIVA; BONATO, 2010) como

se pode observar na dieta de *A. aff. paranae*, que aumentou o consumo de Insetos Autóctones Intolerantes, Vegetais Alóctones e Frutos/Sementes durante a pré-cheia e a pós-cheia em detrimento da categoria Insetos Alóctones.

Ambas as espécies aumentaram o consumo de recursos autóctones durante os períodos de pré-cheia e pós-cheia. A abundância de invertebrados aquáticos imaturos é maior durante o período de seca (ARCIFA & MESCHIATTI, 1993) pois a reprodução desses organismos é mais intensa no verão (LOLIS & ANDRIAN, 1996). A queda no consumo desses recursos durante o período de cheia deve estar relacionada às altas taxas de precipitação que ocorreram na bacia nessa época e que provocam “lavagens” no ambiente, diminuindo a abundância desses recursos, os quais são carreados com as enchentes (POWER *et al.*, 1988; ESTEVES & ARANHA, 1999).

No rio Lajeado do Carambeí o período de pós-cheia foi marcado pelo elevado consumo da categoria Insetos Autóctones Indiferentes, por *A. aff. paranae*. Esse período também registrou os piores parâmetros físicos e químicos para as águas do rio Lajeado do Carambeí, com destaque para os meses de abril e maio, quando a média pluviométrica para o município de Carambeí nesses meses foi de 22,6 mm e de 1,6 mm, respectivamente. É muito provável que o lançamento de efluentes ricos em matéria orgânica e nutrientes nas águas do rio Lajeado do Carambeí nessa época, associado à menor precipitação pluviométrica, tenha favorecido a grande abundância desse grupo (HIGUTI & TAKEDA, 2002) em detrimento das categorias intolerantes às tais condições. Como os sistemas hídricos estão sujeitos a inúmeras perturbações, a biota aquática reage a esses estímulos, sejam eles naturais ou antropogênicos (CAIRNS JR. & PRATT, 1993). Quando o ambiente é contaminado, algumas espécies se tornam menos abundantes ou desaparecem rapidamente, enquanto outras acabam surgindo em maior número (NALIM *et al.*, 2008). Isso explicaria a pequena importância que a categoria Insetos Autóctones Intolerantes representou na dieta da espécie nesse rio durante esse período. Como *A. aff. paranae* é uma espécie oportunista, sua dieta expressa o recurso mais abundante no ambiente, e a elevada ingestão de Chironomidae nessa área pode ser um indicativo de severo grau de degradação ambiental ao qual esse ambiente foi submetido nesse período (BONATO; DELARIVA; SILVA, 2012).

Embora não tenham ocorrido diferenças significativas na dieta de *A. aff. paranae* entre os rios São João e Lajeado do Carambeí, diferenças espaço-temporais foram observadas. A similaridade temporal da dieta da espécie nesses dois rios decaiu entre os períodos de pré-cheia e cheia e atingiu o seu menor valor no pós-cheia em virtude da grande abundância de

Chironomidae na alimentação da espécie no rio Lajeado do Carambeí nesse período. Essas variações estão relacionadas às diferentes disponibilidades dos recursos alimentares em cada ambiente, que nesse rio aparentam ser influenciadas por alterações na qualidade da água. Essas alterações são mais severas no período de pós-cheia, quando a diminuição do volume de chuvas provoca a diminuição dos eventos de lavagens na calha do rio (POWER *et al.*, 1988), aumentando o tempo de permanência da matéria orgânica e de nutrientes nesse ambiente, diminuindo as populações de organismos intolerantes à degradação da qualidade aquática e favorecendo espécies oportunistas e tolerantes a fortes variações nos parâmetros físicos e químicos da água.

No rio São João, a similaridade espacial e temporal entre as dietas de *A. aff. paranae* e *A. aff. fasciatus* foi alta. Maiores sobreposições na dieta dos peixes podem ocorrer tanto no período de seca (ZARET & RAND, 1971) quanto no período de chuvas (POWER, 1984; LOWE-McCONNELL, 1999), entretanto, essas diferenças não devem ser consideradas contraditórias, mas sim evidências de que a estrutura da comunidade varia em diferentes habitats (ARAÚJO-LIMA; AGOSTINHO; FABRÉ, 1995). Estudos sobre a partilha de recursos pela comunidade íctica procuram esclarecer como espécies simpátricas, potencialmente competidoras, coexistem num mesmo ambiente (ARANHA; CARAMASCHI; CARAMASCHI, 1993; ANDRIAN *et al.*, 1994; ESTEVES & GALETTI JR., 1995). De maneira geral, a dieta dessas espécies não revelou diferenças significativas em relação aos recursos consumidos, mas sim, variações espaço-temporais na proporção de cada item na dieta, o que, mesmo sob alta sobreposição alimentar, favorece a coexistência desses animais (ESTEVES & ARANHA, 1999; CRIPPA; HAHN; FUGI, 2009; MAZZONI *et al.*, 2010). Por se tratarem de espécies congênicas, seu parentesco, morfologia e co-ocorrência as capacita a explorarem os mesmos recursos alimentares, de acordo com a abundância destes no ambiente (SILVA; DELARIVA & BONATO, 2010). Além disso, a grande plasticidade observada na dieta dessas espécies permite a partilha desses recursos, que ora proveem da vegetação ripária, ora se constituem de itens autóctones (BARRETO & ARANHA, 2006), evidenciando o oportunismo trófico do gênero (ORICOLLI & BENNEMANN, 2006).

De maneira geral, *A. aff. paranae* e *A. aff. fasciatus* exibiram dieta generalista, consumindo uma variada gama de recursos, tanto de origem vegetal quanto animal, e oportunista, explorando os recursos mais abundantes em cada estação amostral e em cada período, com destaque para a categoria Insetos Alóctones. Tais características permitiram analisar a qualidade ambiental da bacia com base em suas dietas, e os resultados obtidos

revelaram que a alimentação desses animais é fortemente impactada no rio Lajeado do Carambeí devido ao enriquecimento orgânico oriundo de efluentes lançados nesse rio, os quais alteraram a composição e abundância dos itens presa e favoreceram o consumo elevado de Insetos Autóctones Indiferentes à degradação, e nas estações 5 e 8, no rio São João, devido ao acelerado processo de assoreamento que impacta essas áreas.

4.6. REFERÊNCIAS

ABELHA, M. C. F.; AGOSTINHO, A. A.; GOULART, E. Plasticidade trófica em peixes de água doce. **Acta Scientiarum**, v. 23, n. 2, p. 425-434, 2001.

ABELHA, M. C. F.; GOULART, E.; KASHIWAQUI, E. A. L.; SILVA, M. R. *Astyanax paranae* Eigenmann, 1914 (Characiformes: Characidae) in the Alagados Reservoir, Paraná, Brazil: diet composition and variation. **Neotropical Ichthyology**, v. 4, n. 3, p. 349-356, 2006.

ABILHOA, V. Aspectos da história natural de *Astyanax scabripinnis* Jenyns (Teleostei, Characidae) em um riacho de floresta com araucária no sul do Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 24, n. 4, p. 997-1005, 2007.

ABILHOA, V.; DUBOC, L. F.; AZEVEDO-FILHO, D. P. A comunidade de peixes de um riacho de floresta com araucária, alto rio Iguaçu, sul do Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 25, n. 2, p. 238-246, 2008.

ANDRADE, L. S.; LIMA, I. F. F. Abundância e distribuição espaço-temporal de *Aegla castro* Schmitti, 1942 (Crustacea, Decapoda) nos rio São João e Lajeado, Carambeí, Paraná. In: GEALH, A. M. (coord.). **Diagnóstico ambiental e conservação na bacia do rio São João – Carambeí – Pr.** Universidade Estadual de Ponta Grossa, 2011.

ANDRIAN, I. D. F.; DÓRIA, C. D. C.; TORRENTE, G.; FERRETTI, C. M. L. Espectro alimentar e similaridade na composição da dieta de quatro espécies de *Leporinus* (Characiformes, Anostomidae) do rio Paraná (22°10'-22°50'S/53°10'-53°40'W), Brasil. **Revista Unimar**, v. 16, n. 3, p. 97-106, 1994.

ANDRIAN, I. F.; SILVA, H. B. R.; PERETTI, D. Dieta de *Astyanax bimaculatus* (Linnaeus, 1758) (Characiformes, Characidae), da área de influência do reservatório de Corumbá, Estado de Goiás, Brasil. **Acta Scientiarum**, v. 23, n. 2, p. 435-440, 2001.

ANGERMEIER, P. L.; KARR, J. R. Fish communities along environmental gradients in a system of tropical streams. **Environmental Biology of Fishes**, v. 9, n. 2, p. 117-135, 1983.

APONE, F.; OLIVEIRA, A. K.; GARAVELLO, J. C. Composição da ictiofauna do rio Quilombo, tributário do rio Mogi-Guaçu, bacia do alto rio Paraná, sudeste do Brasil. **Biota Neotropica**, v. 8, n. 1, p. 93-107, 2008.

ARANHA, J. M. R.; CARAMASCHI, E. P.; CARAMASCHI, U. Ocupação especial, alimentação e época reprodutiva de duas espécies de *Corydoras* Lacépède (Siluroidei, Callichthyidae) coexistentes no rio Alambari (Botucatu, São Paulo). **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 10, n. 3, p. 453-466, 1993.

ARAÚJO, F. G. Adaptação do índice de integridade biótica usando a comunidade de peixes para o rio Paraíba do Sul. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 58, n. 4, p. 547-558, 1998.

ARAÚJO-LIMA, C. A. R. M.; AGOSTINHO, A. A.; FABRÉ, N. N. Trophic aspects of fish communities in Brazilian Rivers and Reservoirs. In: TUNDISI, J. G.; BICUDO, C. E. M.; MATSUMURA-TUNDISI, T. (eds.). **Limnology in Brazil**. Rio de Janeiro: ABC/SBL, 1995.

ARCIFA, M. S.; MESCHIATTI, A. J. Distribuição e ecologia de peixes em um reservatório brasileiro: Lago Monte Alegre. **Inetrência**, v. 18, n. 6, p. 83-87, 1993.

ARIMORO, F. O.; IKOMI, R. B.; IWEGBUE, C. M. A. Water quality changes in relation to Diptera community patterns and diversity measured at an organic effluent impacted stream in the Niger Delta, Nigeria. **Ecological Indicators**, v. 7, p. 541-552, 2007.

ARTONI, R. F.; SHIBATTA, O. A.; GROSS, M. C.; SCHNEIDER, C. H.; ALMEIDA, M. C.; VICARI, M. R.; BERTOLLO, L. A. C. *Astyanax aff. fasciatus* Cuvier, 1819 (Teleostei; Characidae): evidences of a species complex in the upper rio Tibagi basin (Paraná, Brazil). **Neotropical Ichthyology**, v. 4, n. 2, p. 197-202, 2006.

AYRES, M.; AYRES-JR., M.; AYRES, D. L.; SANTOS, A. A. S. **BioEstat – Aplicações estatísticas nas áreas das ciências bio-médicas**. Instituto Mamiraua, Belém, 2007.

AZRINA, M. Z.; YAP, C. K.; RAHIM-ISMAIL, A. R.; ISMAIL, A.; TAN, S. G. Anthropogenic impacts on the distribution and biodiversity of benthic macroinvertebrates and water quality of the Langat River, Peninsular Malaysia. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 64, n. 3, p. 337-347, 2005.

BARBOSA, P. M. M.; MATSUMURA-TUNDISI, T. Consumption of zooplanktonic organisms by *Astyanax fasciatus* Cuvier, 1818 (Osteichthyes, Characidae) in Lobo (Broa) Reservoir, São Carlos, SP, Brazil. **Hydrobiologia**, v. 113, p. 171-181, 1984.

BARRETO, A. P.; ARANHA, J. M. R. Alimentação de quatro espécies de Characiformes de um riacho da Floresta Atlântica, Guaraqueçaba, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 23, n. 3, p. 779-788, 2006.

BENNEMANN, S. T.; GEALH, A. M.; ORSI, M. L.; SOUZA, L. M. de. Ocorrência e ecologia trófica de quatro espécies de *Astyanax* (Characidae) em diferentes rios da bacia do rio Tibagi, Paraná, Brasil. **Iheringia, Série Zoologia**, v. 95, n. 3, p. 247-254, 2005.

BICUDO, C.E.M.; BICUDO, R. M. T. **Algas de águas continentais brasileiras**. São Paulo: Fundação Brasileira para o Desenvolvimento do Ensino de Ciências, 1970.

BONATO, K. O.; DELARIVA, R. L.; SILVA, J. C. Diet and trophic guilds of fish assemblages in two streams with different anthropic impacts in the northwest of Paraná, Brazil. **Zoologia**, v. 29, n. 1, p. 27-38, 2012.

BOUCHARD JR., R. W.; HUGGINS, D.; KRIZ, J. **A review of the issues related to taxonomic resolution in biological monitoring of aquatic ecosystems with an emphasis on macroinvertebrates**. Kansas: Kansas Biological Survey, Lawrence, KS Report n. 133, 2005.

CAIRNS JR., J.; PRATT, J. R. A history of biological monitoring using benthic macroinvertebrates. *In*: ROSENBERG, D. M.; RESH, V. H. (eds.). **Freshwater Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrates**. Nova York: Chapman & Hall, 1993.

CALLISTO, M.; MORETTI, M.; GOULART, M. Macroinvertebrados bentônicos como ferramenta para avaliar a saúde de riachos. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 6, n. 1, p. 71-82, 2001.

CARLISLE, D. M.; MEADOR, M. R.; MOULTON II, S. R.; RUHL, P. M. Estimation and application of indicator values for common macroinvertebrate genera and families of the United States. **Ecological Indicators**, v. 7, p. 22-33, 2007.

CARMASSI, A. L. **Variação espaço-temporal na composição da comunidade de peixes do rio Passa Cinco (SP)**. Dissertação (mestrado). Universidade Estadual Paulista (USP), Rio Claro, 2008.

CASATTI, L. Alimentação dos peixes em um riacho do Parque Estadual Morro do Diabo, bacia do alto rio Paraná, sudeste do Brasil. **Biota Neotropica**, v. 2, n. 2, p. 1-14, 2002.

CASATTI, L.; FERREIRA, C. P.; CARVALHO, F. R. Grass-dominated stream sites exhibit low fish species diversity and dominance by guppies: an assessment of two tropical pasture river basins. **Hydrobiologia**, v. 632, p. 273-283, 2009.

CASÉ, M.; LEÇA, E. E.; LEITÃO, S. N.; SANT'ANNA, E. E.; SCHWAMBORN, R.; MORAES JUNIOR, A. T. Plankton community as an indicator of water quality in tropical shrimp culture ponds. **Marine Pollution Bulletin**, v. 56, p. 1343-1352, 2008.

CASTRO, R. M. C. Evolução da ictiofauna de riachos Sul-Americanos: padrões gerais e possíveis processos causais. *In*: CARAMASCHI, E. P.; MAZZONI, R.; PERES-NETO, P. R. (eds.). **Ecologia de peixes de riachos**. Série Oecologia Brasiliensis, v. 6. Rio de Janeiro: PPGE-UFRJ, 1999.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. **Resolução Conama nº 357**. Disponível em < <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>> Acesso em 11 nov. 2013.

COTA, L.; GOULART, M.; MORENO, P.; CALLISTO, M. Rapid assessment of river water quality using an adapted BMWP index: a practical tool to evaluate ecosystem health. **Verhandlungen des Internationalen Verein Limnologie**, v. 28, p. 1-4, 2002.

CRIPPA, E. L.; HAHN, N. S.; FUGI, R. Food resource used by small-fish in macrophyte patches in ponds of the upper Paraná river floodplain. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 31, n. 2, p. 119-125, 2009.

EBALDI, A. G.; HISORIEV, H.; AFSHARI, H.; HANBAZ-GHOBADI, G. Additional materials for Algae of the Iran (Case study: Cheshmeh Ali of Damghan). **Scholars Research Library**, Annals of Biological Research, v. 3, n. 6, p. 2994-2998, 2012.

ESTEVEES, K. E. **Alimentação de cinco espécies forrageiras (Pices, Characidae) em uma lagoa marginal do rio Mogi Guaçu-SP**. Tese (Doutorado). Centro de Ciências Biológicas e Saúde Pública – Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, 1992.

ESTEVEES, K. E.; GALETTI JR., P. M. Food partitioning among some characids of a small Brazilian floodplain lake from the Paraná River basin. **Environmental Biology of Fishes**, v. 42, p. 375-389, 1995.

ESTEVEES, K. E. Feeding ecology of three *Astyanax* species (Characidae, Tetraodonopterinae) from a floodplain lake of Mogi-Guaçu River, Paraná River Basin, Brazil. **Environmental Biology of Fishes**, v. 46, n. 1, p. 83-101, 1996.

ESTEVEES, K. E.; ARANHA, J. M. R. Ecologia trófica de peixes de riachos. In: CARAMASCHI, E. P.; MAZZONI, R.; PERES-NETO, P. R. (eds.). **Ecologia de peixes de riachos**. Série Oecologia Brasiliensis, v. 6. Rio de Janeiro: PPGE-UFRJ, 1999.

FERREIRA, A. **Ecologia trófica de *Astyanax paranae* (Osteichthyes, Characidae) em córregos da bacia do Rio Passa-Cinco, Estado de São Paulo**. Dissertação (mestrado). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - Universidade de São Paulo (ESALQ/USP). Piracicaba, 2004.

FERREIRA, K. Biology and ecomorphology of stream fishes from the rio Mogi-Guaçu basin, Southern Brazil. **Neotropical Ichthyology**, v. 5, n. 3, p. 311-326, 2007.

FERREIRA, A. **Relações tróficas e isotópicas entre duas espécies de caracídeos e a cobertura do solo em córregos da bacia do rio Corumbataí, SP**. Tese (doutorado). Escola

Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - Universidade de São Paulo (ESALQ/USP). Piracicaba, 2008.

FUGI, R. **Ecologia alimentar de espécies endêmicas da lambaris do trecho médio da bacia do rio Iguaçu**. Tese (Doutorado). Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, 1998.

GARUTTI, V.; BRITSKI, H. A. Descrição de uma espécie nova de *Astyanax* (Teleostei: Characidae) da bacia do alto rio Paraná e considerações sobre as demais espécies do gênero na bacia. **Comunicações do Museu de Ciência e Tecnologia da PUCRS**, Série Zoologia, v. 13, p. 65-88, 2000.

GEALH, A. M. Conhecendo os peixes do rio Pitangui. *In*: GEALH, A. M.; MELO, M. S.; MORO, R. S. (eds.). **Pitangui, rio de contrastes: seus lugares, seus peixes, sua gente**. Ponta Grossa: Editora UEPG, 2010.

GERKING, S. D. **Feeding ecology of fish**. San Diego: Academic Press, 1994.

GONÇALVES, F. M. F. **Avaliação dos efeitos da poluição sobre a atividade alimentar de *Astyanax fasciatus* e a diversidade da ictiofauna do Ribeirão Claro-SP**. Monografia (Graduação). Instituto de Biociências - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Rio Claro, 2009.

GORDON, N.D. **Stream hydrology: an introduction**. Chichester: John Wiley & Sons, 1993.

GUIMARÃES, G. B.; GODOY, L. C.; MELO, M. S.; FLÜGEL FILHO, J. C. A. Geodiversidade da bacia do rio São João, Carambeí (Pr). *In*: GEALH, A. M. (coord.). **Diagnóstico ambiental e conservação na bacia do rio São João – Carambeí – Pr**. Universidade Estadual de Ponta Grossa, 2011.

HAHN, N. S.; AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L. C.; BINI, L. M. Estrutura trófica da ictiofauna do reservatório de Itaipu (Paraná-Brasil) nos primeiros anos de sua formação. **Interciencia**, v. 23, n. 5, 1998.

HAHN, N. S.; FUGI, R. Alimentação de peixes em reservatórios brasileiros: alterações e consequências nos estágios iniciais do represamento. **Oecologia Brasiliensis**, v. 11, n. 4, p. 469-480, 2007.

HELLAWELL, J.; ABEL, R. A rapid volumetric method for analysis of the food of fishes. **Journal of Fish Biology**, v. 3, p. 29-37, 1971.

HIGUTI, J.; TAKEDA, A. M. Spatial and temporal variation in densities of chironomid larvae (Diptera) in two lagoons and two tributaries of the upper Paraná River floodplain, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 62, n. 4b, p. 807-818, 2002.

HYRABAYASHI, K.; WOTTON, R. S. Organic matter processing by chironomid larvae (Diptera: Chironomidae). **Hydrobiologia**, v. 382, p. 151-159, 1999.

HYSLOP, E. J. Stomach contents analysis – a review of methods and their application. **Journal of Fish Biology**, v. 17, p. 411-429, 1980.

JUNQUEIRA, V. M.; CAMPOS, S. C. M. Adaptation of the BMWP method for water quality evaluation to rio das Velhas Watershed (Minas Gerais, Brazil). **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 10, n. 2, p. 125-135, 1998.

JUNQUEIRA, M. V.; FRIEDRICH, G.; ARAUJO, P. R. P. A saprobic index for biological assessment of river water quality in Brazil (Minas Gerais and Rio de Janeiro states). **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 163, p. 545-554, 2010.

KAWAKAMI, E. VAZZOLER, G. Método gráfico e estimativa de índice alimentar aplicado no estudo de alimentação de peixes. **Boletim do Instituto Oceanográfico**, v. 29, n. 2, p. 205-207, 1980.

KLEINE, P.; TRIVINHO-STRIXINO, S. Chironomidae and other aquatic macroinvertebrates of a first order stream: community response after habitat fragmentation. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 17, n. 1, p. 81-90, 2005.

KOMULAYNEN, S.; CHEKRYZHEVA, T. Response of algal communities to anthropogenic changes in mineralization. **Botanica Lithuanica**, v. 19, n. 1, p. 57-66, 2013.

KREBS, C. J. **Ecological methodology**. 2. ed. Menlo Park: Benjamin Cummings, 1999.

LANDUCCI, M.; LUDWIG, T. A. V. Diatomáceas de rios da bacia hidrográfica Litorânea, PR, Brasil: Coscinodiscophyceae e Fragilariophyceae. **Acta Botanica Brasilica**, v. 19, n. 2, p. 345-357, 2005.

LOLIS, A. A.; ANDRIAN, I. F. Alimentação de *Pimelodus maculatus* Lacépède, 1803 (Siluriformes, Pimelodidae) na planície de inundação do Alto rio Paraná, Brasil. **B. Inst. Pesca**, v. 23, p. 187-202, 1996.

LOWE-McCONNELL, R. H. **Fish communities in tropical freshwaters**. Nova York: Longman, 1975.

LOWE-McCONNELL, R. H. **Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1999.

MAZZONI, R.; MORAES, M.; REZENDE, C. F.; MIRANDA, J. C. Alimentação e padrões ecomorfológicos das espécies de peixes de riacho do alto rio Tocantins, Goiás, Brasil. **Iheringia, Série Zoologia**, v. 100, n. 2, p. 162-168, 2010.

MAZZONI, R.; NERY, L. L.; IGLESIAS-RIOS, R. Ecologia e ontogenia da alimentação de *Astyanax janaeirensis* (Osteichthyes, Characidae) de um riacho costeiro do sudeste do Brasil. **Biota Neotropica**, v. 10, n. 3, p. 53-60, 2010.

McGEOCH, M. The selection, testin and application of terrestrial insects as bioindicators. **Biological Reviews**, v. 73, p. 181-201, 1998.

MELO, M. S.; MORO, R. S.; GUIMARÃES, G. B. (eds.). **Patrimônio Natural dos Campos Gerais**. Ponta Grossa, Editora UEPG, 2007.

MENNI, R. C.; GÓMEZ, S. E.; ARMENGOL, F. L. Subtle relationship: freshwater fishes and water chemistry in Southern South America. **Hydrobiologia**, v. 328, p. 173-197, 1996.

MESCHIATTI, A. J. Alimentação da comunidade de peixes de uma lagoa marginal do rio Mogi-Guaçu-SP. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 7, p. 115-137, 1995.

METCALFE, J. L. Biological water quality assessment of running Waters based on macroinvertebrate communities: history and presente status in Europe. **Environmental pollution**, v. 60, p. 101-139, 1989.

MILESI, S. V.; BIASI, C.; RESTELLO, R. M.; HEPP, L. U. Distribution of benthic macroinvertebrates in Subtropical streams (Rio Grande do Sul, Brazil). **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 21, n. 4, p. 419-429, 2009.

MONTEIRO, T. R.; OLIVEIRA, L. G.; GODOY, B. S. Biomonitoramento da qualidade de água utilizando macroinvertebrados bentônicos: adaptação do índice biótico BMWP à bacia do rio Meia Ponte-Go. **Oecologia Brasiliensis**, v. 12, n. 3, p. 553-563, 2008.

MORAES, M. F. P. G.; CORNÉLIO, D.; BARBOLA, I. F. Aspectos da biologia reprodutiva dos peixes do rio Pitangui. In: GEALH, A. M.; MELO, M. S.; MORO, R. S. (eds.). **Pitangui, rio de contrastes: seus lugares, seus peixes, sua gente**. Ponta Grossa: Editora UEPG, 2010.

MORMUL, R. P.; PRESSINATTE JR., S.; VIEIRA, L. A.; MONKOLSKI, A.; POVH, E. B. Caracterização das condições ambientais de um rio neotropical a partir da densidade, composição e riqueza de taxa de invertebrados bênticos. **Acta Scientiarum Biological Sciences**, v. 31, n. 4, p. 379-386, 2009.

MORO, R. S.; FÜRSTENBERGER, C. B. **Catálogo dos principais parâmetros ecológicos de diatomáceas não-marinhas**. Ponta Grossa: Editora UEPG, 1997.

MORO, R. S.; SANTANA, M.; NEVES, G. L. Algas e qualidade da água nos rios Lajeado e São João, Carambeí-Pr. In: GEALH, A. M. (coord.). **Diagnóstico ambiental e conservação na bacia do rio São João – Carambeí – Pr.** Universidade Estadual de Ponta Grossa, 2011.

NALIM, D. M.; GALVES JR., W.; MENDES, E. C.; MARONEZE, D. M. Insetos aquáticos. In: BENNEMANN, S. T.; SHIBATTA, O. A.; VIEIRA, O. A. (orgs.). **A flora e fauna do ribeirão Varanal: um estudo da biodiversidade do Paraná.** Londrina: EDUEL, 2008.

NOMURA, H. Alimentação de três espécies de peixes do gênero *Astyanax* Baird & Girard, 1854 (Osteichthyes, Characidae) no rio Mogi-Guaçu, SP. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 35, n. 4, p. 595-614, 1975a.

NORRIS, R. H.; THOMS, M. C. What is river health? **Freshwater Biology**, v. 41, p. 197-209, 1999.

OLIVEIRA, E. F.; GOULART, E. Distribuição espacial de peixes em ambientes lênticos: interação de fatores. **Acta Scientiarum**, v. 22, n. 2, p. 445-453, 2000.

ORICOLLI, M. C. G.; BENNEMANN, S. T. Dieta de *Bryconamericus iheringii* (Ostariophysi: Characidae) em riachos da bacia do rio Tibagi, Estado do Paraná. **Maringá**, v. 28, n. 1, p. 59-63, 2006.

OYAKAWA, O. T.; AKAMA, A.; MAUTARI, K. C.; NOLASCO, J. C. **Peixes de riachos da Mata Atlântica nas Unidades de Conservação do Vale do rio Ribeira do Iguape no Estado de São Paulo.** São Paulo: Editora Neotropica, 2006.

PAINE, G. H.; GAUFIN, A. R. Aquatic Diptera as indicators of pollution in a Midwestern Stream. **Ohio Journal of Science**, v. 56, n. 5, p. 291-304, 1956.

PEREIRA, A. S. **Variação sazonal e estrutura trófica da assembleia de peixes do Delta do rio Jacuí, RS, Brasil.** Tese (Doutorado). Instituto de Biociências – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2008.

PEREZ-JÚNIOR, O. R. **A ictiofauna do Ribeirão do Pântano, afluente da margem esquerda do rio Mogi-Guaçu (Estado de São Paulo). Composição, distribuição longitudinal e sazonalidade.** Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, 2002.

POWER, M. E. Grazing responses of tropical freshwater fishes to different scales of variation in their food. **Environmental Biology of Fishes**, v. 9, n. 2, p. 103-115, 1993.

POWER, M. E.; STOUT, R. J.; CUSHING, C. E.; HARPER, P. P.; HAUER, F. R.; MATTHEWS, W. J.; MOYLE, P. B.; STATZNER, B.; WAIS DE BADGEN, I. R. Biotic and

abiotic controls in river and stream communities. **Journal of the North American Benthological Society**, v. 7, n. 4, p. 456-479, 1988.

REMOR, M. B.; HERMOSO, M.; SGARBI, L. F.; PRESTES, T. M. C.; CÂMARA, C. D. Qualidade da água do rio das Pedras utilizando macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores. **Cultivando o Saber**, v. 6, n. 2, p. 97-111, 2013.

REZENDE, C. F.; MAZZONI, R. Seasonal variation in the input of allochthonous matter in an Atlantic Rain Forest stream, Ilha Grande-RJ. **Acta Limnológica Brasiliensia**, v. 17, n. 2, p. 167-175, 2005.

ROSIN, G. C.; TAKEDA, A. M. Larvas de Chironomidae (Diptera) da planície de inundação do alto rio Paraná: distribuição e composição em diferentes ambientes e períodos hidrológicos. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 29, n. 1, p. 57-63, 2007.

SÁ, M. F. M. Os solos dos Campos Gerais. In: MELO, M. S. de; MORO, R. S.; GUIMARÃES, G. B. **Patrimônio natural dos Campos Gerais do Paraná**. Ponta Grossa: Editora UEPG, 2007.

SANT'ANNA, J. F. M.; ALMEIDA, M. C.; VICARI, M. R.; SHIBATTA, O. A.; ARTONI, R. F. Levantamento rápido de peixes em uma lagoa marginal do rio Imbituva na bacia do Alto rio Tibagi, Paraná, Brasil. **Publicatio UEPG: Ciências Biológicas e da Saúde**, v. 12, n. 1, p. 39-46, 2006.

SAZIMA, I. Scale-eating in characoids and other fishes. **Environmental Biology of Fishes**, v. 9, n. 2, p. 87-101, 1983.

SHIBATTA, O. A.; GEALH, A. M.; BENNEMANN, S. T. Ictiofauna dos trechos alto e médio da bacia do rio Tibagi, Paraná, Brasil. **Rev. Biota Neotropica**, v.7, n. 1, 2007.

SHIBATTA, O. A.; BENNEMANN, S. T.; MORI, H.; SILVA, D. F. Riqueza biológica e ecológica dos peixes do ribeirão Varanal. In: BENNEMANN, S. T.; SHIBATTA, O. A.; VIEIRA, O. A. (orgs.). **A flora e fauna do ribeirão Varanal: um estudo da biodiversidade do Paraná**. Londrina: EDUEL, 2008.

SILVA, J. C.; DELARIVA, R. L.; BONATO, K. O. Food-resource partitioning among fish species from a first-order stream in northwestern Paraná, Brazil. **Neotropical Ichthyology**, v. 10, n. 2, p. 389-399, 2012.

SALOMONI, S. E.; ROCHA, O.; CALLEGARO, V. L.; LOBO, E. A. Epilithic diatoms as indicators of water quality in the Gravataí river, Rio Grande do Sul Brazil. **Hydrobiologia**, v. 559, p. 233-246, 2006.

STEHR, F. W. **Immature insects**. Vol. 1. Dubuque, Iowa: Kendall/Hunt, 1987a.

STEHR, F. W. **Immature insects**. Vol. 2. Dubuque, Iowa: Kendall/Hunt, 1987b.

TAKAGI, Y.; HIRANO, T.; YAMADA, J. Scale regeneration of tilapia (*Oreochromis niloticus*) under various ambient and dietary calcium concentrations. **Comparative Biochemistry and Physiology**, v. 92a, n. 4, p. 605-608, 1989.

TERESA, F. B.; CASATTI, L. Importância da vegetação ripária em região intensamente desmatada no sudeste do Brasil: um estudo com peixes de riacho. **Pan-American Journal of Aquatic Sciences**, v. 5, n. 3, p. 444-453, 2010.

TREVISAN, A.; HEPP, L. U.; SANTOS, S. Abundância e distribuição de Aeglidae (Crustacea: Anomura) em função do uso da terra na bacia hidrográfica do rio Jacutinga, Rio Grande do Sul, Brasil. **Zoologia**, v. 26, n. 3, p. 419-426, 2009.

UIEDA, V. S. **Regime alimentar, distribuição espacial e temporal de peixes (Teleostei) em um riacho na região de Limeira, São Paulo**. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 1983.

VIANA, A. G.; KLOTH, A. E. G.; SCHEFFER, E. W.; BUSCH, O. M. S. Estudo das características físico-químicas e biológicas do rio São João. In: GEALH, A. M. (coord.). **Diagnóstico ambiental e conservação na bacia do rio São João – Carambeí – Pr.** Universidade Estadual de Ponta Grossa, 2011.

VILELLA, F. S.; BECKER, F. G.; HARTZ, S. M. Diet of *Astyanax* species (Teleostei, Characidae) in an Atlantic Forest River in Southern Brazil. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 45, n. 2, Curitiba, Jun. 2002.

VITULE, J. R. S.; ARANHA, J. M. R. Ecologia alimentar do lambari, *Deuterodon langei* Travassos, 1957 (Characidae, Tetragonopterinae), de diferentes tamanhos em um riacho da Floresta Atlântica, Paraná (Brasil). **Acta Biológica Paranaense**, v. 31, p. 137-150, 2002.

WOLFF, L. L.; ABILHOA, V.; RIOS, F. S.; DONATTI, L. Spatial, seasonal and ontogenetic variation in the diet of *Astyanax aff. fasciatus* (Ostariophysi: Characidae) in an Atlantic Forest river, Southern Brazil. **Neotropical Ichthyology**, v. 7, n. 2, p. 257-266, 2009.

WOOTTON, R. J. **Ecology of teleost fishes**. London: Chapman & Hall, 1990.

WOOTTON, R. J. **Fish ecology**. Chapman & Hall, New York, 1999.

WU, J. T.; SUEN, W. C. Change of algal associations in relation to water pollution. **Botanical Bulletin of Academia Sinica**, v. 26, p. 203-212, 1985.

ZAR, J. H. **Biostatistical analysis**. 5. ed. Londres: Pearson Education Ltd., 2010.

ZARET, T. M. & RAND, A. S. Competition in tropical stream fishes: support for the competitive exclusion principle. **Ecology**, v. 52, n. 2, p. 336-342, 1971.

ZAVALA-CAMIN, L. A. **Introdução aos estudos sobre alimentação natural em peixes**. Maringá: EDUEM, 1996.

4.7. ANEXOS

Anexo 4.1. Frequências de ocorrência absoluta e percentual de *Astyanaxaff.paranae* e *A. aff.fasciatus*, por estação amostral, na bacia do rio São João.

Espécies	Estação amostral											TOTAL
	1	2	3	4	5	6	7	8	L1	L2		
<i>A.aff.paranae</i>	<i>n</i>	22	21	8	1	32	2	52	17	110	28	293
	%	7,5	7,2	2,7	0,3	11,0	0,7	17,7	5,8	37,5	9,6	100
<i>A.aff.fasciatus</i>	<i>n</i>		74	32	1	32	217	107	249			712
	%		10,4	4,5	0,1	4,5	30,5	15,0	35,0			100

Anexo 4.2. Frequências de ocorrência absoluta e percentual de *Astyanaxaff.paranae* e *A. aff.fasciatus*, por bimestre, na bacia do rio São João.

Espécies		Mês						TOTAL
		Jul/Ago	Set/Out	Nov/Dez	Jan/Fev	Mar/Abr	Mai/Jun	
<i>A.aff.paranae</i>	<i>n</i>	97	62	74	16	12	32	293
	%	33,1	21,2	25,2	5,5	4,1	10,9	100
<i>A.aff.fasciatus</i>	<i>n</i>	57	70	170	135	191	89	712
	%	8,0	9,8	23,9	19,0	26,8	12,5	100

5.1. CONCLUSÕES GERAIS

Para *Astyanax aff. paranae*,

- O comprimento padrão dos machos variou de 5,8 a 12,6 cm, enquanto o das fêmeas variou de 5,7 a 13 cm;
- A proporção sexual para a bacia foi de 1:2,08 macho por fêmea. No rio São João, as fêmeas predominaram em todas as classes de comprimento, enquanto no rio Lajeado do Carambeí os machos predominaram nas menores classes e as fêmeas nas demais;
- As maiores abundâncias de indivíduos foram registradas no período reprodutivo (julho a dezembro), no rio Lajeado do Carambeí, sítio reprodutivo da espécie;
- Indivíduos jovens foram pouco amostrados devido a seletividade dos apetrechos do pesca, prejudicando inferências sobre segregação espacial entre jovens e adultos;
- O L_{50} e L_{100} obtidos para as fêmeas foi de 6,05 e 7,5 cm, respectivamente. Não foi possível estimar esses valores para os machos devido ao pequeno número de exemplares imaturos desse sexo capturados;
- A relação peso total/comprimento padrão resultou em $b = 3,23609$ para os machos, caracterizando o seu crescimento como alométrico positivo, enquanto o das fêmeas $b = 2,99303$, caracterizando o crescimento como isométrico, havendo, assim, diferenças significativas (teste $t = 0,0188$) entre as constantes de crescimento entre os sexos;
- As características macroscópicas e microscópicas observadas nas gônadas de machos e fêmeas foram semelhantes às aquelas relatadas na literatura;
- As gônadas dos machos exibiram anastomose de túbulos seminíferos e secreção acidófila embebendo os testículos nos estádios de maturação e maduro.

Com base nos resultados da distribuição das abundâncias de indivíduos por estação amostral e por bimestre, dos estádios de maturação gonadal de machos e fêmeas por estação amostral e por bimestre, com os valores de fator de condição alométrico e somático, com a distribuição gráfica dos valores individuais de RGS e com os valores do índice de atividade reprodutiva por estação amostral e por bimestre, podemos afirmar que a população de *A. aff. paranae* se reproduz na bacia do rio São João com desova parcelada, mais especificamente no rio Lajeado do Carambeí, entre o período de julho a dezembro, com desovas ocorrendo de janeiro a março, provavelmente, em um trecho a montante da estação L1. É provável que alguns indivíduos dessa espécie estejam se reproduzindo no rio São João, nas estações 1 e 7.

Para *Astyanax aff. fasciatus*,

- O comprimento padrão dos machos variou de 6,0 a 12,0 cm, enquanto o das fêmeas variou de 5,6 a 12,7 cm;
- A proporção sexual para a bacia foi de 1:4,6 macho por fêmea. Fêmeas predominando em todas as classes de comprimento padrão e em todos os bimestres avaliados;
- As maiores abundâncias de indivíduos para ambos os sexos foram registradas no período reprodutivo da espécie;
- As maiores abundâncias de indivíduos jovens ocorreram coincidentemente nos períodos de maior abundância de indivíduos adultos;
- O L_{50} e o L_{100} dos machos foi de 5,99 e 9,6 cm, respectivamente, enquanto o das fêmeas foi de 6,04 cm e 12,4 cm, respectivamente;
- A relação peso total/comprimento padrão resultou em $b = 3,10148$ para os machos e $b = 3,09636$, para as fêmeas, caracterizando o crescimento como alométrico positivo;
- As características macroscópicas e microscópicas observadas nas gônadas de machos e fêmeas foram semelhantes às aquelas relatadas na literatura;
- As gônadas dos machos exibiram anastomose de túbulos seminíferos e secreção acidófila embebendo os testículos nos estádios de maturação e maduro;
- A fecundidade absoluta variou de 1.279 a 43.992 ovócitos;
- A distribuição das frequências de diâmetro de ovócitos associada a ocorrência de folículos em vitelogênese e folículos pós-ovulatórios completa de forma concomitante sugerem que desova da espécie seja do tipo parcelada.

Com base nos resultados da distribuição das abundâncias de indivíduos por estação amostral e por bimestre, dos estádios de maturação gonadal de machos e fêmeas por estação amostral e por bimestre, com os valores de fator de condição alométrico e somático, com a distribuição gráfica dos valores individuais de RGS e com os valores do índice de atividade reprodutiva por estação amostral e por bimestre, podemos afirmar que a população de *A. aff. fasciatus* utiliza a bacia do rio São João para alimentação e abrigo, realizando migrações em direção ao rio Pitangui, foz do rio São João, durante o período reprodutivo da espécie, o qual se estende de dezembro a abril. No entanto, é provável que alguns indivíduos dessa espécie se reproduzam na estação 2, no rio São João, entre dezembro e abril, onde realiza desovas parcelas.

Quanto à distribuição das espécies, elas exibiram diferenças na ocupação espacial relacionadas ao porte do rio. *A.aff.paranae* foi capturado principalmente no rio Lajeado do Carambeí, rio estreito e de pequena profundidade, enquanto *A. aff.fasciatus* foi coletado principalmente no trecho inferior do rio São João, área com maior largura e profundidade. As maiores abundâncias para ambas as espécies foram registradas durante os seus respectivos períodos reprodutivos, com *A.aff.paranae* sendo mais abundante no período de julho a dezembro, enquanto *A. aff.fasciatus* o foi de dezembro a março.

Quanto à alimentação, a principal categoria alimentar explorada por ambas as espécies foi Insetos Alóctones, com destaque para adultos de Hymenoptera (Formicidae) e Coleoptera, seguido por Insetos Autóctones Intolerantes, com destaque para ninfas de Ephemeroptera e larvas de Trichoptera. Recursos de origem vegetal foram explorados principalmente no trecho inferior do rio São João, onde se concentraram os maiores indivíduos de ambas as espécies, enquanto recursos de origem animal foram explorados nas estações a montante, onde se concentraram os indivíduos de menor tamanho corporal, expressando uma segregação espacial entre os indivíduos em relação à dieta, provavelmente, devido ao incremento no comprimento do intestino durante a ontogenia desses animais, o que permite que os indivíduos de maior porte explorem recursos vegetais. A dieta das espécies de *Astyanax* nas estações localizadas nos trechos superior e médio do rio São João e na estação L1 se mostrou muito dependente de item alóctones; na estação L2 e nas estações localizadas no trecho inferior do rio São João, exceto na estação 8, a dieta se mostrou muito dependente de recursos de origem autóctone, expressando um padrão comum em ambientes que recebem maior incidência solar devido a maior largura do rio e menor sombreamento sobre a sua superfície promovida pela vegetação ripária. O fato da alimentação das espécies na estação 8 ter sido altamente dependente de recursos alóctones, contrariando o padrão observado nas demais estações do trecho inferior do rio São João, deve estar relacionado ao severo processo de assoreamento que a atinge, diminuindo as comunidades de algas e de macroinvertebrados aquáticos que delas dependem, obrigando as espécies a explorarem outros recursos.

Foram observadas diferenças sazonais na dieta de ambas as espécies, com recursos autóctones sendo consumidos principalmente nos períodos de pré e pós-cheia, enquanto recursos alóctones o foram principalmente no período de cheia. Não foram observadas diferenças significativas no consumo de uma determinada categoria específica entre as espécies capturadas no rio São João. A similaridade na dieta das espécies nesse rio foi elevada, entretanto, a variada gama de recursos disponíveis para a ictiofauna permitiu a

partilha alimentar entre as espécies, que variaram sua dieta tanto em relação espacial quanto temporal. A dieta de *A. aff. paranae* entre os rios São João e Lajeado não exibiu diferenças significativas entre os períodos. Entretanto, a similaridade na dieta dessa espécie entre os rios decaiu entre os períodos de pré-cheia, cheia e pós-cheia. No período de pó-cheia foram registrados os piores parâmetros físicos e químicos para as águas do rio Lajeado do Carambeí e, associado ao menor nível pluviométrico desse período, a abundância de organismos indiferentes a degradação da qualidade da água na dieta de *A. aff. paranae* foi muito elevada, enquanto o consumo de organismos intolerantes a degradação teve importância alimentar inferior a 5% para a espécie, indicando o severo grau de degradação ao qual esse ambiente foi exposto nesse período, provavelmente, pelo lançamento de esgoto e efluentes industriais ricos em matéria orgânica e nutrientes, tais como fósforo.

De maneira geral, *A. aff. paranae* e *A. aff. fasciatus* exibiram dieta generalista, consumindo uma variada gama de recursos, tanto de origem vegetal quanto animal, e oportunista, explorando os recursos mais abundantes em cada estação amostral e em cada período. Tais características permitiram analisar a qualidade ambiental da bacia com base em suas dietas, e os resultados obtidos revelaram que a alimentação desses animais é fortemente impactada no rio Lajeado do Carambeí, devido ao lançamento de esgoto e efluentes nesse rio, e na estação 8, no rio São João, devido ao acelerado processo de assoreamento que impacta essa área.